



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Attività fisica e salute elementi metodologici e didattici

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Attività fisica e salute elementi metodologici e didattici / C.Macchi. - STAMPA. - (2012), pp. 1-144.

Availability:

This version is available at: 2158/775004 since:

Publisher:

PENSA

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)



Claudio Macchi

ATTIVITÀ FISICA E SALUTE

elementi metodologici e didattici


Pensa
EDITORE

SPORT *EDUCAZIONE DIDATTICA*



SPORT
EDUCAZIONE
DIDATTICA

collana diretta
da Maurizio Sibilio

CLAUDIO MACCHI

ATTIVITÀ FISICA E SALUTE
elementi metodologici e didattici

*Presentazione a cura di
Gian Franco Gensini*


Pensa
EDITORE

Comitato tecnico-scientifico:

Prof.ssa NADIA CARLOMAGNO
Università degli Studi Suor Orsola Benincasa Napoli

Prof. RICCARDO PAGANO
Università degli Studi di Bari

Prof. ANTONIO SCIACOVELLI
Università "Berzsenyi Dániel" (HUNGARY)

Prof.ssa AGNES NÉMETH TÓTH
University of West Hungary Savaria SZOMBATHELY (HUNGARY)

Prof.ssa FRANCESCA D'ELIA
Università degli Studi di Salerno

Prof. HAKAN SARI
University of Konia (TURKEY)

Prof. FILIPPO GOMEZ PALOMA
Università degli Studi di Salerno

Prof. GIULIANO MINICHIELLO
Università degli Studi di Salerno

Claudio Macchi
ATTIVITÀ FISICA E SALUTE
elementi metodologici e didattici
144 pagine
ISBN 978-88-6152-166-7

© 2012 - Pensa Editore
Via Caponic, 24 - 73016 San Cesario di Lecce
Via San Cesario, C.da Tangano - 73020 Cavallino (Lecce)
Tel +39 0832 205793 • Fax 0832 613127
www.pensaeditore.it • info@pensaeditore.it

SOMMARIO

PRESENTAZIONE <i>di Gian Franco Gensini</i>	pag. 7
CAPITOLO I ALLA BASE DEL MOVIMENTO	“ 9
CAPITOLO II I BENEFICI DELL'ESERCIZIO FISICO	“ 17
Generalità	“ 17
Principali effetti biologici dell'esercizio fisico	“ 18
CAPITOLO III CONSUMO ENERGETICO, STRUMENTI DI VALUTAZIONE	“ 25
Generalità	“ 25
Energia e metabolismo	“ 30
Carboidrati	“ 33
Lipidi	“ 34
Aminoacidi	“ 35
Strumenti di valutazione	“ 35
CAPITOLO IV CONTROINDICAZIONI E PRECAUZIONI	“ 47
Introduzione	“ 47
Valutazione preventiva dello stato di salute	“ 48
Criteri di esclusione dal programma A.F.A.	“ 51
Controindicazioni all'attività fisica	“ 51
Precauzioni	“ 53
Esecuzione di programmi in sicurezza	“ 54
CAPITOLO V DIABETE MELLITO E ATTIVITÀ FISICA	“ 57
Generalità	“ 57
Pancreas	“ 58
Invecchiamento del sistema endocrino	“ 59
Esercizio fisico e diabete	“ 61

CAPITOLO VI	
ATTIVITÀ FISICA E TUMORI	pag. 67
Introduzione	“ 67
Generalità	“ 69
Ipotesi biologiche	“ 73
Conclusioni	“ 76
 CAPITOLO VII	
ATTIVITÀ FISICA, TONO DELL'UMORE E BENESSERE PSICOLOGICO	
	“ 83
Introduzione	“ 83
Alcune definizioni	“ 84
Effetti psicologici dell'attività fisica	“ 88
Quale e quanta attività fisica	“ 89
 CAPITOLO VIII	
ATTIVITÀ FISICA IN ACQUA	“ 95
Introduzione e definizione	“ 95
Caratteristiche dell'attività	“ 96
Effetti benefici dell'attività in acqua	“ 99
Patologie a prevalenza età associata e loro importanza in un programma di Ginnastica in Acqua	“ 103
Protocollo di esercizi utilizzati nelle lezioni di Ginnastica in Acqua	“ 108
 GLOSSARIO	 “ 111

PRESENTAZIONE

Una delle principali problematiche che il mondo industrializzato sta affrontando negli ultimi decenni è il cambiamento degli stili di vita della popolazione. In particolare la vita sedentaria e il maggior apporto calorico giornaliero hanno portato ad un progressivo aumento del diabete mellito, delle patologie cardiovascolari, respiratorie croniche, muscoloscheletriche e di quelle relative alla salute mentale. Tutte hanno in comune fattori di rischio modificabili, quali il fumo, l'obesità e il sovrappeso, l'abuso di alcol, lo scarso consumo di frutta e di verdura, la sedentarietà, l'eccesso di lipidi nel sangue e l'ipertensione arteriosa.

La durata della vita media è aumentata, comportando così un maggior numero di individui anziani con conseguente aumento dei costi per la società.

L'obesità nei paesi industrializzati ha subito un incremento tale da costituire, per l'Organizzazione Mondiale della Sanità, uno dei più importanti settori di intervento per la tutela della salute pubblica.

Il numero dei soggetti obesi nel mondo sta superando il numero dei soggetti denutriti.

In questo contesto l'attività fisica sta acquisendo sempre di più un ruolo di fondamentale importanza sia nella prevenzione che nella terapia di tali patologie e soprattutto nel mantenimento del benessere psicofisico.

I piani Sanitari Nazionali e Regionali degli ultimi decenni hanno dedicato infatti a questo tema una grande attenzione, esaltandone l'aspetto preventivo e l'effetto sul contenimento della spesa sanitaria.

Ritengo di fondamentale importanza il perfezionamento degli strumenti didattici divulgativi tali da permettere alla popolazione

di acquisire tutte le conoscenze necessarie per capire come sia indispensabile modificare, in alcuni casi radicalmente, il proprio stile di vita; occorre creare una nuova cultura che recuperi il movimento come parte integrante ed essenziale della propria vita e della propria cultura.

Il professor Claudio Macchi da molti anni contribuisce alla promozione e alla salvaguardia della salute attraverso la diffusione di opere veramente utili e apprezzabili come questa, che affronta l'argomento basandosi su un ampio numero di evidenze scientifiche.

Gian Franco Gensini

*Preside Facoltà di Medicina e Chirurgia
Università degli Studi di Firenze*

CAPITOLO I

ALLA BASE DEL MOVIMENTO

In primo luogo è importante stabilire il significato attribuito ad alcuni concetti ricorrenti e molto spesso confusi o definiti impropriamente:

- **attività fisica o motoria**: qualsiasi movimento prodotto per azione muscolare che comporti un aumento del dispendio energetico;
- **esercizio**: sequenza motoria ripetitiva e finalizzata;
- **forma fisica (fitness)**: capacità/abilità di un individuo di svolgere/sostenere attività fisica ad un livello da moderato a vigoroso senza affaticamento;
- **salute**: non solo assenza di malattia, ma benessere fisico, psicologico e sociale.
- **wellness**: il termine nasce come l'insieme di “well being” e “fitness”.
- Il suo vero significato rimane tuttavia un mistero fra i più insoluti nel campo del benessere. A noi piace la definizione di benessere fisico e psichico anche in relazione alla promozione della salute (miglioramento dello stato di salute);
- **sport**: dall'inglese Sport (Sec. XIX°) derivato dal Francese antico “Desport”, diporto, ovvero svago, divertimento. Può definirsi come l'insieme delle attività fisiche (esercizi, giochi, gare) esercitate individualmente o in gruppo di solito con spirito agonistico talora con intenti ricreativi.

- L'aspetto ricreativo può riguardare coloro che praticano lo sport, o più spesso, il pubblico di appassionati che assiste alle competizioni; **prestazione**: rendimento, risultato dell'attività sportiva o motoria in senso lato.
- Capacità motorie indispensabili per la prestazione sono mobilità articolare, capacità coordinative e capacità condizionali;
- **capacità condizionali**: forza, resistenza e rapidità sono definite capacità condizionali, essendo in grado di condizionare la prestazione motoria ed in particolare quella sportiva, costituendone la componente energetica.

La **forza** si può definire come una entità in grado di produrre una spinta o una trazione su di un corpo. Dobbiamo ricordare come un corpo mantiene il suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme fino a che non agiscono su di esso forze esterne (legge d'inerzia o 1^a L. di Newton). Quando su un corpo agisce una forza questo subisce una accelerazione della massa proporzionale all'entità della forza ed alla massa. Quindi abbiamo: **F=ma**. L'unità di misura è il **Newton**: $N=kg\ m\ s^{-2}$. 1 Newton corrisponde alla forza esercitata dalla terra su un oggetto con massa pari a 1kg. Il **lavoro** (W) esprime invece il prodotto tra la forza applicata e lo spostamento (s) conseguente: **W=Fs**. L'unità di misura è il **Joule** ($J=Nm$).

Il lavoro può essere eseguito a diverse velocità.

La velocità a cui un determinato lavoro viene svolto è espressa dal concetto di **potenza**, che può essere definita come il prodotto della forza applicata (N) per la velocità dello spostamento ($msec^{-1}$). Si esprime con la formula: **P=W/t**.

L'unità di misura è il **Watt** ($W=Nmsec^{-1}$).

Il movimento umano combina spostamenti lineari ed angolari dei segmenti corporei attraverso un meccanismo di leva. La leva è costituita da un segmento rigido, un fulcro e da una coppia di forze, la forza motrice **P** e la resistenza **R**.

Partendo dalla definizione di forza **F=ma** (Newton) vediamo che possiamo sostituirla con $Ft=mat$ ma essendo $a=v/t$ abbiamo **Ft=mv**. La 1^a parte dell'equazione si definisce impulso, la seconda momento. Il momento di forza (torque) si calcola moltiplican-

do la forza (F) per la distanza (d) tra il punto di applicazione di F ed il fulcro: **$M=Fd$** .

Il CdG (centro di gravità) o **baricentro** è il punto di un corpo su cui agisce la risultante delle forze di gravità che rappresenta il peso dell'intero corpo esaminato.

Il CdG del corpo umano in stazione eretta si trova all'altezza di L3-S1, anteriormente rispetto al rachide. Per questo per impedire al corpo di cadere in avanti i muscoli cosiddetti antigravitari esercitano un'attività costante (tonica) durante la stazione eretta. Ogni segmento corporeo ha un suo CdG, e ogni spostamento dei segmenti corporei tende a spostare il CdG dell'intero corpo e a modificare le condizioni di equilibrio. L'**equilibrio**, statico o dinamico è da intendersi come capacità di mantenere, durante le diverse azioni della vita, i segmenti corporei in una condizione di stabilità. Introduciamo adesso il concetto di forza muscolare.

L'entità della forza muscolare dipende dai seguenti fattori:

- **massa muscolare:** (n° di fibre che si contraggono; sezione trasversale fisiologica o Cross Sectional Area, CSA); la CSA è indicativa del n° di fibre che si contraggono in un determinato muscolo e quindi del n° di filamenti di actina e miosina che interagiscono.
- **tipo di muscolo impegnato:** nei muscoli fusiformi, in cui le fibre sono disposte longitudinalmente rispetto all'asse centrale del muscolo, la CSA coincide con la sezione trasversale geometrica del muscolo; nei muscoli pennati in cui le fibre sono disposte diagonalmente rispetto all'asse centrale del muscolo, il calcolo della CSA dipende anche dall'angolo di penna, cioè dall'inclinazione delle fibre rispetto all'asse centrale del muscolo (fusiformi = fibre lunghe, bassa CSA, velocità superiore, maggiore capacità di accorciamento, maggior sviluppo di forza rispetto a fibre corte disposte obliquamente con elevata CSA).
- **lunghezza iniziale della fibra:** secondo la relazione tensione-lunghezza la massima forza si ottiene per una lunghezza di partenza leggermente superiore a quella di ripo-

so, che corrisponde alla sovrapposizione dei filamenti di actina e miosina che permette la maggior interazione possibile con la massima formazione di ponti acto-miosinici o cross-bridges.

- **Tipo di fibra impegnata:** le fibre di tipo I rosse o lente hanno una velocità contrazione e rilasciamento bassa e sviluppano minor forza, ma posseggono una bassa affaticabilità; le fibre di tipo II pallide, o rapide, sviluppano maggior forza ma posseggono elevata affaticabilità.
- Velocità di contrazione: dipende dall'attivazione neurologica (frequenza di scarica, motoneuroni fasici e tonici), dal carico (relazione forza-velocità), dal tipo di fibra (I, IIa e IIb), dal tipo di muscolo, dallo stato metabolico (volume e n° mitocondri, enzimi ossidativi, ATP, glicogeno, concentrazione elettrolitica, temperatura, PH). Il muscolo possiede particolari proprietà. Le **proprietà** del muscolo sono le seguenti:
 - **eccitabilità:** capacità di rispondere ad uno stimolo chimico, elettrico o meccanico; il muscolo stimolato risponde generando un potenziale d'azione.
 - **conduttività:** il potenziale d'azione si propaga lungo la fibra muscolare e dà luogo alla risposta contrattile.
 - **contrattilità:** capacità di generare forza in seguito a stimolo adeguato; il calcio si libera dalle cisterne terminali (sacchi laterali del reticolo sarcoplasmatico) all'interno della fibra a legame con troponina C, mentre la troponina I è legata all'actina e la tropomiosina è legata alla troponina T e copre i siti leganti dell'actina per la miosina. Quindi il Ca^{++} indebolisce il legame tra troponina I e actina, la troponina ruota producendo uno spostamento laterale della tropomiosina con conseguente "scopertura" dei siti leganti dell'actina per la miosina a scissione ATP a contrazione. Per 1 mole di troponina + calcio si scoprono 7 siti di legame per la miosina. L'accorciamento degli elementi contrattili consiste nello scorrimento dei filamenti di actina sui filamenti di miosina (le linee Z si avvicinano fra loro) per rottura e riformazione

dei legami (ponti trasversali o cross bridges) tra actina e miosina. L'energia è fornita dall'idrolisi dell'ATP.

- **estensibilità**: capacità di allungarsi passivamente se sottoposto ad una forza di trazione.
- **elasticità**: capacità di tornare alla lunghezza iniziale in seguito alla rimozione della forza di trazione.

Le ultime sono legate prevalentemente agli elementi viscoelastici dei capi tendinei.

Riguardo alla capacità di contrarsi, distinguiamo i seguenti **tipi di contrazione**:

- **isotonica**. Si parla di contrazione isotonica quando il muscolo si contrae contro una resistenza costante: concentrica quando i capi muscolari si avvicinano, eccentrica quando si allontanano.
- **isometrica**. Quando la forza del muscolo è uguale alla resistenza, siamo di fronte ad una contrazione isometrica: non c'è spostamento e quindi non si produce lavoro.
- **pliometrica**. Nella contrazione pliometrica le cellule muscolari sono in grado di generare lavoro sfruttando l'energia elastica accumulata nel corso della contrazione precedente (attività che prevedono salti e rimbalzi).
- **isocinetica**. Quando la velocità angolare di contrazione è costante.

Riguardo all'allenamento, questo risponde a 3 principi.

I **principi dell'allenamento** sono i seguenti:

- **principio del sovraccarico**. Per creare un condizionamento, il carico dell'esercizio deve essere maggiore di quello che l'organismo è abituato a sostenere normalmente, quindi si deve realizzare un "sovraccarico".

Il carico allenante deve essere quantificato non in termini assoluti (carico esterno: es. peso sollevato, velocità e distanza percorse), ma in termini relativi, espresso come percentuale del carico massimale sostenibile da un determinato soggetto per un determinato tipo di esercizio o di attività (carico interno). Col migliorare delle capacità fisiche aumenta il carico massimo sostenibile; perché lo stimolo alle-

nante continui a produrre un sovraccarico, è necessaria una progressione del carico; il carico allenante deve essere tale da garantire un mantenimento.

- **specificità dell'allenamento.** Il condizionamento è specifico per:

sistema energetico prevalentemente sviluppato; **gruppo muscolare impegnato** e **gesto effettuato**. Quindi avremo che:

- a) esercizi che sfruttano un sistema energetico migliorano selettivamente quel sistema energetico: es. esercizi di potenza esplosiva come i salti migliorano selettivamente il sistema ATP-PC, mentre attività aerobiche migliorano selettivamente la capacità aerobica d'allenamento;
 - b) esercizi di potenziamento che impegnano un determinato gruppo muscolare aumentano la massa, la forza e la resistenza alla fatica solo del gruppo muscolare esercitato e non di altri gruppi;
 - c) per ottenere il miglioramento di un particolare gesto atletico oppure di un gesto quotidiano è necessario non solo migliorare la flessibilità, la forza e la resistenza muscolare nel distretto interessato, ma anche allenarsi nella ripetizione del gesto specifico (coordinazione neuromotoria).
- **reversibilità.** Il disallenamento comporta una perdita dei benefici acquisiti, con velocità variabile individualmente e per i diversi parametri (VO_2 max, enzimi muscolari, etc). Nell'adulto la perdita inizia 3-7 giorni dopo la cessazione dell'attività, con ritorno ai livelli di partenza in circa 4-8 settimane; con l'avanzare dell'età la velocità di perdita aumenta.

Infine, sulla base della intensità e della durata del gesto, le attività motorie possono essere classificate (entro certi limiti, considerando che nell'ambito dello stesso tipo di attività, si possono avere fasi diverse) in relazione al **metabolismo energetico** prevalentemente coinvolto, nel modo seguente:

- **attività prevalentemente anaerobiche alattacide.** Il ge-

sto dura da poche frazioni di secondo a pochi secondi come avviene nelle attività di potenza esplosiva (sollevamento pesi, salti, lanci, tuffi);

- **attività prevalentemente anaerobiche lattacide.** Il gesto dura da pochi secondi a circa 5 minuti (attività di velocità in: corsa, ciclismo, nuoto, etc). Possono distinguersi in anaerobiche “pure” (durata tra 20 e 45 sec.) e ad impegno aerobico-anaerobico massivo (durata tra 45 sec. e 5 minuti);
- **attività prevalentemente aerobiche.** Quando la durata è superiore a 5 minuti e l'intensità sottomassimale (attività di resistenza come maratona, mezzofondo, sci di fondo, danza aerobica, ma anche cammino, nuoto, bicicletta a velocità ridotta o moderata, cardiofitness anche con macchinari).

Le attività possono anche essere classificate sulla base della quantità di consumo energetico che richiedono e solitamente si usa il MET. Il **MET** corrisponde al consumo di O_2 nell'unità di tempo legato al metabolismo basale. Negli esseri umani $1 \text{ MET} = 3,6 \text{ mL}_{O_2}/\text{kg min}$. 1 MET corrisponde a $38\text{-}40 \text{ Kcal} \times \text{m}^2$ di superficie corporea/ora. L'equazione che consente di passare da una unità di misura all'altra è la seguente: $1 \text{ LO}_2/\text{min} = 5 \text{ kcal}$.

CAPITOLO II

I BENEFICI DELL'ESERCIZIO FISICO

Generalità

È stato ormai ampiamente dimostrato che l'esercizio fisico è in grado di ridurre i valori di **pressione arteriosa sistemica**¹. Una recente metanalisi² che ha analizzato studi randomizzati e controllati ha dimostrato che l'attività fisica aerobica era associata ad una riduzione della pressione arteriosa sistolica di circa 4 mmHg e della pressione diastolica di circa 3 mmHg. Questa riduzione era indipendente dal sesso, dalla presenza o meno di ipertensione arteriosa e dal peso corporeo. I meccanismi che portano alla riduzione della pressione arteriosa non sono ancora del tutto chiari anche se sembrano implicati la riduzione delle resistenze vascolari, la riduzione del sistema nervoso simpatico e la modulazione dell'attività del sistema renina-angiotensina³. L'attività fisica di tipo aerobico si è dimostrata efficace nel prevenire anche l'insorgenza di **diabete mellito** sia in soggetti sani che in quelli a rischio di sviluppare la malattia. Inoltre l'esercizio fisico riduce nel paziente diabetico la mortalità e le malattie cardiovascolari⁴. Una meta-analisi di 14 trials ha dimostrato che l'esercizio fisico migliora il compenso glicometabolico riducendo l'emoglobina glicosilata di circa lo 0.6%⁵. I meccanismi responsabili dell'efficacia dell'attività fisica sono determinati dal miglioramento del metabolismo glucidico e dall'aumento della sensibilità all'insulina. Sia l'esercizio fisico aerobico che quello di resistenza sono in grado di produrre questi effetti benefici nel paziente diabetico⁶.

L'attività fisica è anche in grado di modificare il **profilo lipidico** in senso ateroprotettivo. Una metanalisi di 52 trials ha dimostrato che l'esercizio aerobico è in grado di aumentare le HDL e di diminuire i trigliceridi e le LDL⁷. L'esercizio di tipo anaerobico non sembra in grado di determinare alcuna modificazione sull'assetto lipidico. I meccanismi attraverso i quali tali modificazioni si realizzano sono legati all'aumentata energia proveniente dai grassi che viene utilizzata dai muscoli e che determina un'aumentata attività della lipoproteinlipasi con aumento della lipolisi, un aumento dell'enzima lecitina-colesterolo-acetiltransferasi che stimola la produzione di HDL nel fegato e la conversione nel sangue nella frazione protettiva delle HDL e cioè le HDL₂.

L'efficacia dell'esercizio fisico nel determinare un **calo ponderale** e nel modificare il profilo di composizione corporea (riduzione della massa grassa) è legato alla quantità di attività fisica eseguita. Infatti quando l'attività fisica non è associata alla dieta sono necessari quantità di attività fisica molto elevate per osservare dei risultati accettabili. Ad esempio soggetti sottoposti a 8 mesi di attività fisica aerobica (jogging con distanza settimanale percorsa di 32 Km) hanno avuto una perdita di peso di 3 Kg⁸. Quando è associata alla dieta l'attività fisica riesce a determinare una riduzione fino a circa 8,5 Kg.

Non sono state osservate relazioni significative tra l'attività fisica e il **fumo** di sigaretta.

Principali effetti biologici dell'esercizio fisico

Sappiamo che l'attività fisica riduce l'incidenza di malattie cardiovascolari con un impatto sulla riduzione del rischio paragonabile a quello di non fumare. I meccanismi attraverso i quali l'attività fisica produce questi benefici non sono stati ancora del tutto chiariti: il miglioramento che l'attività fisica produce sui fattori di rischio cardiovascolare non spiega infatti l'impatto così favorevole che l'esercizio ha nel diminuire la mortalità cardiovascolare (riduzione del rischio di morte del 30-50%). Un recente studio pro-

spettico ha dimostrato che l'efficacia dell'esercizio fisico è solo parzialmente legata al miglioramento dei tradizionali fattori di rischio cardiovascolare e che il meccanismo principale alla base di questi risultati è da attribuire agli effetti biologici dell'attività fisica in particolare sull'endotelio e su fattori dell'infiammazione⁹.

L'endotelio dei vasi sanguigni è in grado di produrre un gruppo di sostanze ad effetto antitrombotico, antiinfiammatorio, antiaterogeno, anticoagulante e fibrinolitico e un gruppo di sostanze con effetto opposto. L'equilibrio tra queste molecole determina l'omeostasi vascolare. Tra le sostanze ad effetto favorevole la più importante è l'ossido nitrico (NO) e tra quelle ad effetto sfavorevole l'endotelina 1 e le specie reattive dell'ossigeno (ROS). Sia i fattori di rischio cardiovascolare tradizionali che i fattori infiammatori sono in grado di alterare questo equilibrio determinando una disfunzione endoteliale che è alla base del processo aterosclerotico. La disfunzione endoteliale è caratterizzata quindi da una riduzione dell'NO e da un conseguente aumento dell'endotelina 1 e dei ROS. Gli studi condotti negli ultimi anni hanno dimostrato infatti che l'aterosclerosi è un processo dinamico ed evolutivo determinato dalla combinazione tra disfunzione endoteliale e infiammazione.

L'attività fisica aerobica si è dimostrata efficace nel migliorare la **funzione endoteliale** aumentando sia l'espressione genica che proteica della nitrossido sintetasi, enzima responsabile della produzione di NO sostanza con potente azione vasodilatante. In particolare in pazienti affetti da cardiopatia ischemica questi risultati sono dimostrabili dopo quattro settimane di attività fisica aerobica regolare. È stato dimostrato inoltre che l'esercizio aerobico in pazienti coronaropatici è in grado di diminuire l'attività di alcuni enzimi ossidanti come ad esempio la NADPH ossidasi con conseguente diminuzione dei ROS e aumento dell'NO¹⁰. La modulazione della funzione endoteliale è legata a molti fattori: uno di questi deriva dallo stimolo prodotto dall'attività fisica sullo shear stress, che è la forza laminare prodotta dal sangue che passa attraverso i vasi sanguigni e che esercita una trazione parallela all'asse lungo il vaso con effetto sulle cellule endoteliali di au-

mentata produzione di NO, modulazione della proliferazione cellulare ed effetto finale antiaterogeno.

Negli ultimi anni si è concentrato molto interesse intorno alla funzione delle cellule progenitrici endoteliali (EPC), presenti nel midollo osseo e immesse nel territorio circolante quando vi è un danno endoteliale andando a sostituire le cellule danneggiate con conseguente ripristino di una corretta funzione endoteliale. Alcuni studi hanno dimostrato che il numero di EPC rappresenta un fattore predittivo indipendente di eventi cardiovascolari, ossia i soggetti che ne hanno di più hanno una prognosi migliore indipendentemente dalla presenza di altri fattori di rischio cardiovascolare.

Alcuni studi hanno dimostrato una correlazione tra attività fisica ed EPC: in particolare è stato dimostrato che un programma di attività fisica aerobica condotto per almeno quattro settimane è in grado, nello stesso soggetto, di incrementare significativamente il numero di EPC¹¹. Questo aumento, in studi sperimentali in cui è stato riprodotto un modello di endotelio danneggiato, determina una diminuita formazione di intima vasale, un incremento del lume circonferenziale e un aumento delle aree di neoangiogenesi e quindi il ripristino di una normale funzione endoteliale.

L'infiammazione ha un ruolo centrale nel processo aterosclerotico, in particolare è direttamente coinvolta nello sviluppo, nella progressione e nella rottura della placca aterosclerotica. Per questo motivo i markers infiammatori risultano aumentati in numerose patologie cardiovascolari, come ad esempio nello scompenso cardiaco o nell'arteriopatia obliterante degli arti inferiori. In questi pazienti è stato dimostrato un incremento di alcuni potenti mediatori della flogosi quali la proteina C reattiva (PCR), il tumor necrosis factor (TNF), alcune interleuchine (IL-6) e le molecole di adesione endoteliale (VCAM, ICAM). Proprio a causa dello stretto legame tra flogosi e aterosclerosi alcuni markers infiammatori, come la PCR, si sono dimostrati potenti predittori indipendenti di eventi coronarici. Inoltre esiste una correlazione inversa tra alcuni parametri infiammatori e il grado di performance fisica. Ad esempio pazienti che hanno elevati valori di PCR per-

corrono una distanza al test dei 6 minuti significativamente inferiore rispetto ai soggetti che hanno valori più bassi. L'attività fisica aerobica si è dimostrata efficace nel modulare gli indici di flogosi: a fronte di un iniziale innalzamento dei markers infiammatori (effetto acuto), nel lungo periodo è in grado di determinare una riduzione di alcuni markers infiammatori come la PCR e le IL6 (effetto cronico)¹².

È noto che l'attività fisica è in grado di diminuire l'**attività simpatica** a favore di una prevalenza di attività parasimpatica, producendo nel soggetto allenato una frequenza cardiaca a riposo più bassa rispetto a quando non è allenato. La minore attività del sistema simpatico è molto importante nelle patologie cardiovascolari come la cardiopatia ischemica e lo scompenso cardiaco, poiché lo squilibrio del sistema nervoso autonomo a favore dell'attività simpatica è uno dei meccanismi fisiopatologici alla base della progressione della malattia e dell'esposizione al rischio di nuovi eventi. Esistono numerosi studi che hanno dimostrato che l'attività fisica è in grado di influenzare direttamente il sistema nervoso autonomo determinando la riduzione di alcuni neuro-ormoni come l'angiotensina II, l'aldosterone e la vasopressina¹³; in pazienti con pregresso infarto del miocardio l'attività fisica si è dimostrata efficace nel migliorare la sensibilità barocettoriale, producendo un miglioramento significativo della prognosi.

È dimostrato che qualsiasi modificazione dello stile di vita in senso fisicamente attivo ha un ruolo protettivo rispetto alla sedentarietà, anche in presenza di una coronaropatia; anche se una "dose" minima sembra essere necessaria, l'intensità dell'attività fisica non deve essere elevata: esistono documentazioni convincenti che anche un esercizio a moderata intensità, ma condotto con continuità e regolarità, è in grado di produrre effetti significativi, se adattato alle condizioni cliniche, agli specifici bisogni, agli obiettivi terapeutici, alle capacità ed alle preferenze dei singoli pazienti¹⁴. A sostegno di queste indicazioni, recenti studi hanno valutato l'effetto, su un gruppo di soggetti sani, di differenti intensità di esercizio fisico sulla vasodilatazione endoteliale, dimostrando che solo un esercizio fisico aerobico moderato (50%

del VO2 max) aumenta la vasodilatazione endotelio-dipendente attraverso l'aumento della produzione dell'ossido nitrico, mentre l'esercizio molto intenso (superiore all'80% del VO2 max) porta ad un aumento dello stress ossidativo, non influenzando quindi la vasodilatazione endoteliale¹⁴. Nonostante l'incremento dell'attività fisica porti comunque a dei benefici è necessario quantificare la "dose" efficace di attività fisica. In un recente studio prospettico che ha analizzato più di 27.000 soggetti con un follow-up di 11 anni è emerso che il rischio di eventi cardiovascolari si riduce in modo lineare all'incremento della quantità di attività fisica misurata in Kcal/settimana. Infatti per un consumo metabolico di 299-500 Kcal/settimana è stata osservata una riduzione del rischio pari al 27%. Tale riduzione del rischio aumenta progressivamente raggiungendo i massimi benefici per un dispendio calorico maggiore di 1500 Kcal/settimana⁹. Inoltre è stata dimostrata una relazione inversa tra capacità funzionale e mortalità. Infatti i soggetti con capacità funzionale maggiore alla prova da sforzo (misurata in METs) avevano una riduzione significativa di mortalità rispetto ai soggetti con capacità funzionale più bassa¹⁵.

L'esercizio fisico, come mezzo per mantenere o migliorare lo stato di salute, deve essere considerato alla stregua di un farmaco: è necessario infatti conoscerne indicazioni e controindicazioni, il meccanismo di azione, le eventuali interazioni ed effetti indesiderati, le precauzioni da osservare durante l'esecuzione; deve infine avere una "dose" e una "frequenza" soglia per attivare i meccanismi biologici protettivi.

BIBLIOGRAFIA

1. Braunwald's Heart Disease. A textbook of cardiovascular medicine. 8th edition 2007.
2. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med* 2002; 136.
3. Fagard RH, Cornelissen VA. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007; 14.
4. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Hu FB. Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among men with type 2 diabetes. *Circulation* 2003; 107.
5. Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type II diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JA-MA* 2001; 286.
6. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, Reid RD, Tulloch H, Coyle D, Phillips P, Jennings A, Jaffey J. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *An Intern Med* 2007; 147.
7. Leon AS, Sanchez OA. Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33.
8. Slentz CA, Duscha BD, Johnson JL, Ketchum K, Aiken LB, Samsa GP, Houmard JA, Bales CW, Kraus WE. Effects of the amount of exercise on body weight, body composition, and measures of central obesity: STRRIDE—a randomized controlled study. *Arch Intern Med* 2004; 164.
9. Mora S, Cook N, Buring JE, Ridker PM, Lee IM. Physical Activity and Reduced Risk of Cardiovascular Events. Potential Mediating Mechanisms. *Circulation* 2007; 116.

10. Adams V, Linke A, Krankel N, Erbs S, Gielen S, Möbius-Winkler S, Gummert JF, Mohr FW, Schuler G, Hambrecht R. Impact of regular physical activity on the NAD(P)H oxidase and angiotensin receptor system in patients with coronary artery disease. *Circulation* 2005; 111.
11. Laufs U, Werner N, Link A, Endres M, Wassmann S, Jürgens K, Mische E, Böhm M, Nickenig G. Physical training increases endothelial progenitor cells, inhibits neointima formation, and enhances angiogenesis. *Circulation* 2004; 109.
12. Kasisi C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45.
13. Braith RW, Welsch MA, Feigenbaum MS, Kluess HA, Pepine CJ. Neuroendocrine activation in heart failure is modified by endurance exercise training. *J Am Coll Cardiol* 1999; 34.
14. Goto C, Higashi Y, Kimura M et al. Effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilation in humans. *Circulation* 2003; 108.
15. Kokkinos P, Myers J, Kokkinos JP, Pittaras A, Narayan P, Manolis A, Karasik P, Greenberg M, Papademetriou V, Singh S. Exercise capacity and mortality in black and white men. *Circulation* 2008; 117.

CAPITOLO III

CONSUMO ENERGETICO, STRUMENTI DI VALUTAZIONE

Generalità

È noto da molti anni come la sedentarietà contribuisca ad un aumento significativo di morbidità e mortalità totale. Secondo le stime dell'OMS, l'inattività fisica determina nel mondo 1,9 milioni di morti all'anno¹. Da una recente stima globalmente essa risulta la causa del 10-16% dei casi di neoplasie della mammella, del colon e di diabete mellito e del 22% dei casi di cardiopatia ischemica². Osservando il problema dal punto di vista della prevenzione, è stato stimato che eliminando la sedentarietà dai fattori di rischio per la salute dell'individuo si potrebbe ottenere una riduzione significativa di varie patologie, come le malattie cardiovascolari in misura di circa 15-39%, l'ictus in misura di circa 33%, le neoplasie del colon in misura di circa 22-33% e le fratture ossee secondarie a osteoporosi in misura di circa 18%. Considerando che anche nei paesi in via di sviluppo lo stile di vita sta assumendo sempre più i connotati di quello del mondo occidentale, la sedentarietà costituirà uno dei principali fattori di rischio globali nell'imminente futuro. In Europa l'inattività fisica è il secondo fattore di rischio per malattie cardiovascolari dopo il consumo di tabacco. Si stima che circa il 30% della popolazione sia completamente sedentario. In Italia, recenti statistiche hanno rilevato una percentuale di soggetti sedentari o con attività fisica insufficiente, nella popolazione generale, superiore al 50%. Questi dati sono in accordo con quelli forniti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.

È stato dimostrato che l'inattività fisica raddoppia il rischio di coronaropatia³, mentre l'esercizio fisico regolare esercita azione protettiva nei confronti delle malattie cardiovascolari; nonostante questo, si è osservato che, proprio nei pazienti cardiopatici, sottoposti a cicli di riabilitazione in ambiente ospedaliero dopo un evento cardiovascolare, l'adesione al training nei mesi successivi è alquanto scarsa, a tal punto che la percentuale dei soggetti che svolgono un'attività fisica sufficientemente regolare ad 1 anno dall'evento acuto è solamente del 45-60% e addirittura del 30-50% se osserviamo quello che accade a 2-5 anni di distanza⁴. Quanto appena detto conferma quanto grande sia la difficoltà nel produrre un cambiamento significativo dello stile di vita della popolazione, visto che anche coloro che sono stati direttamente colpiti dagli effetti dannosi della sedentarietà non continuano nel tempo a svolgere una regolare attività fisica. Non è ancora del tutto chiaro quali siano i meccanismi biologici che mettono in correlazione la sedentarietà a suddetti effetti dannosi. È probabile che si tratti di modificazioni sfavorevoli esercitate direttamente sull'apparato cardiovascolare e dell'effetto negativo dei principali fattori di rischio. È stato documentato infatti che la sedentarietà espone ad un maggior rischio di sviluppare ipertensione arteriosa, dislipidemie, aumento dell'indice di massa corporea e diabete mellito di tipo II^{5,6,7,8,9,10}. Inoltre, è stato recentemente dimostrato che sono sufficienti alcune settimane di inattività fisica per alterare l'attività degli enzimi dello stress ossidativo e la funzione endoteliale, notoriamente implicata nella patogenesi dell'aterosclerosi^{11,12,13,14}.

I disturbi del tono dell'umore, quali ansia e depressione, patologie di cui è stata riconosciuta un'importanza nella patogenesi e nella prognosi delle malattie cardiovascolari, sono prevalenti negli individui sedentari¹⁵. Si capisce pertanto che l'incremento dell'attività fisica eserciti sull'organismo un'efficace protezione nei confronti di varie patologie e, in particolare modo, di quelle cardiovascolari, come dimostrato ampiamente negli studi che ne hanno valutato gli effetti in termini di prevenzione primaria e secondaria. Per quanto concerne la primaria è stato osservato che

un'attività fisica regolare, capace cioè di migliorare la performance fisica dell'individuo, determina una riduzione del 50% della mortalità totale; contestualmente è stato dimostrato che proprio i soggetti a rischio più elevato, ovvero i sedentari, traggono particolare giovamento, in termini di riduzione di mortalità, dal training fisico^{16,17,18}. Inoltre un'attività fisica regolare permette di migliorare e prolungare la sopravvivenza di un individuo, anche in presenza di fattori di rischio, quali l'ipertensione, il sovrappeso, l'ipercolesterolemia ed il diabete.

L'Harvard Alumni Healthy Study¹⁹ ha dimostrato che per ottenere una riduzione di mortalità del 20% è necessaria un'intensità d'esercizio che determini un consumo energetico di circa 4.200 KJoule a settimana (pari a 30 minuti di esercizio fisico al giorno, per almeno 4-5 giorni la settimana), e che la massima riduzione del rischio si ottiene con esercizi di intensità moderata ovvero 3-5 ore di marcia rapida, 2-3 ore di jogging o 1-2 ore di corsa alla settimana.

Per comprendere l'importanza dello svolgimento di attività fisica nella prevenzione secondaria dopo un evento cardiovascolare, basti citare una recente ed ampia metanalisi²⁰, costruita sui dati ottenuti dalla Cochrane Library relativi ai pazienti che hanno seguito programmi di riabilitazione cardiologica; quest'analisi ha infatti confermato una significativa riduzione della mortalità globale e cardiaca nei pazienti con cardiopatia ischemica partecipanti a programmi di riabilitazione basati sull'esercizio fisico. Infine bisogna considerare che lo svolgimento di una regolare attività fisica ha profonde ripercussioni non solo sul singolo individuo ma anche sull'intera comunità in termini di economia sanitaria: è stato infatti calcolato che la sedentarietà favorisce molte condizioni patologiche²³ ed è responsabile di circa 250.000 morti premature ogni anno, che si traducono in costi pari a 1.000 miliardi di dollari statunitensi^{2,21} e che se il 10% dei soggetti adulti sedentari di età compresa tra 35 e 74 anni, di entrambi i sessi, iniziasse a camminare per almeno un'ora tutti i giorni, i costi annuali della spesa sanitaria per la malattia coronarica si ridurrebbero di 5,6 miliardi di dollari statunitensi²².

L'impegno cardiovascolare può essere costante nel tempo, come ad esempio nelle attività di tipo aerobico prolungate (dalla semplice camminata alla maratona, dalla passeggiata in bicicletta al ciclismo, ecc), oppure intermittente, come ad esempio nel tennis, nel calcio e nel basket.

L'impegno cardiocircolatorio dipende ovviamente dalla intensità dello sforzo, proporzionale alle richieste metaboliche dei muscoli utilizzati. Una misura dell'intensità di esercizio e quindi delle richieste metaboliche è il MET o equivalente metabolico: 1 MET è pari all'ossigeno consumato (VO_2) per le funzioni basali dei vari organi da un uomo in condizioni di riposo: è stato stimato intorno ai 3,5 ml di O_2 /kg/min. Pertanto può essere considerato di lieve intensità, uno sforzo con dispendio energetico intorno ai 3 MET (ad es. camminare o nuotare lentamente), di intensità moderata se compreso tra 3 e 6 MET (ad es. camminare velocemente o in salita), di intensità media ed elevata se superiore ai 6 MET (pari ad un VO_2 di 21 ml/kg/minuto).

La risposta emodinamica allo sforzo è influenzata in misura significativa dal tipo di esercizio. Nelle attività dinamiche come camminare correre e pedalare, il gesto tecnico è ciclico e la forza muscolare impiegata generalmente non elevata; sono cioè attività "aerobiche", nelle quali i muscoli, se l'intensità dello sforzo è lieve-moderata, utilizzano in prevalenza l'energia ottenuta dall'ossidazione dei lipidi, mentre per intensità superiori, il substrato energetico preferenziale è rappresentato dai carboidrati (glicogeno). Queste attività sono caratterizzate da un incremento della frequenza cardiaca (FC) proporzionale all'intensità dello sforzo ed una prevalente vasodilatazione periferica, con modesto o nessun aumento della pressione arteriosa (PA) media. In prevenzione primaria e secondaria, queste attività sono considerate preferibili rispetto ad altri esercizi, anche considerando che la loro "prescrizione" può essere "dosata" su parametri semplici ed affidabili quali, ad esempio, la FC, e quindi meglio gestite dal paziente stesso. Tuttavia qualsiasi attività dinamica può essere svolta ad elevata intensità, condizione che va ovviamente evitata nella pratica a fini terapeutici e preventivi. Esse si differenziano dalle atti-

vità statiche o di potenza, attività “anaerobiche”, nelle quali i muscoli, utilizzano la fosfocreatina e solo in parte i carboidrati attraverso la glicolisi anaerobica con produzione d’acido lattico. Svolgendo queste attività si osserva una risposta cardiocircolatoria prevalentemente caratterizzata da una elevazione della PA media, dovuta all’aumento delle resistenze vascolari periferiche, che può essere particolarmente dannoso nei pazienti ipertesi e/o con patologie dell’aorta.

Il rischio di complicanze cardiovascolari durante lo svolgimento di attività fisiche e sportive dinamiche, ad impegno costante o intermittente, è più o meno equiparabile. Da studi epidemiologici sulla morte improvvisa durante sport, si è rilevato che l’intensità dell’esercizio è il fattore determinante del rischio stesso. Infatti, per intensità non superiori al 70-75% del massimale, la pratica regolare di attività fisica induce effetti benefici sull’apparato cardiovascolare, senza un significativo aumento del rischio. Naturalmente, tale “soglia” si modifica con l’età ed in presenza di una malattia cardiaca: in questi casi si rende necessario definire con maggiore accuratezza l’intensità dello sforzo consigliato, considerando che per alcune attività intermittenti la presenza del fattore “competizione” (vedi ad esempio il calcio) può essere difficile da quantificare e conseguentemente anche il rischio di eventi avversi in risposta all’esercizio, come ad esempio le aritmie.

Le attività di tipo dinamico ad impegno cardiocircolatorio costante sono caratterizzate da gesti semplici quali camminare, marciare, correre all’aperto o sul treadmill, pedalare su una bicicletta o su una cyclette, nuotare in piscina. Anche in questo caso l’intensità dello sforzo è determinante per la prescrizione di questo tipo di attività fisiche: se è compresa tra media ed elevata diventano attività sportive agonistiche e pertanto è richiesta per legge una visita d’idoneità sportiva.

Le attività di tipo dinamico ad impegno cardiocircolatorio intermittente sono caratterizzate da gesti più complessi che presuppongono il possesso di tecnica adeguata (tennis, calcio, calcio a cinque, ecc), queste esercitano effetti benefici sull’organismo e sull’apparato cardiovascolare ma sono più difficili da “dosare”,

per l'inevitabile componente "agonistica", inevitabile anche se effettuate per puro divertimento ed in forme non organizzate. Infine, le attività statiche o di potenza, nelle quali l'impegno cardiocircolatorio è prevalentemente di tipo "pressorio". Ad esse appartengono ad esempio il sollevamento pesi ed il body-building. Non è ancora chiaro se, a determinate condizioni (per esempio, se effettuate in forma "dinamica", in molte ripetizioni e con carichi modesti), possano avere effetti benefici sull'apparato cardiovascolare. Queste non possono essere considerate di prima scelta ai fini della prevenzione cardiovascolare.

La risposta del nostro organismo all'esercizio fisico comprende aggiustamenti respiratori, cardiovascolari, umorali, del sistema nervoso autonomo, ormonali e muscolari. Essa è funzione della condizione fisica e di salute del soggetto e del tipo di esercizio svolto.

Energia e metabolismo²⁴

Durante l'esercizio fisico la performance muscolare dipende da un'adequata risposta del sistema cardiocircolatorio e di quello respiratorio alle aumentate richieste metaboliche dell'organismo: più è efficiente il meccanismo di utilizzo dei substrati energetici minore è lo stress dell'intero sistema nel produrre energia ai fini dell'esecuzione di un determinato lavoro. Ciascuno dei complessi meccanismi tra loro concatenati, che consentono di accoppiare la respirazione esterna alla respirazione cellulare, sono di fatto i determinanti della esecuzione di un determinato lavoro. Un'alterazione che riguardi un qualunque anello di questa catena determina un'alterata risposta metabolica e, nei casi in cui l'alterazione sia particolarmente grave, si può verificare una marcata limitazione nella risposta funzionale.

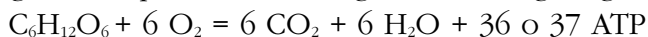
Un efficiente scambio gassoso tra le cellule e l'ambiente dipende pertanto da:

- struttura cellulare integra, presenza di substrati energetici, concentrazioni adeguate degli enzimi coinvolti nella respirazione cellulare;

- un cuore con un'adeguata funzione di pompa;
- un efficiente sistema circolatorio in grado di distribuire il flusso sanguigno ai tessuti che selettivamente necessitano di un maggior apporto energetico;
- sangue con contenuto di emoglobina qualitativamente e quantitativamente normale;
- una circolazione polmonare efficiente, per mezzo della quale il flusso sanguigno regionale sia appropriatamente correlato alla ventilazione;
- una conformazione toracica normale che garantisca una meccanica polmonare normale;
- meccanismi di controllo della ventilazione in grado di regolare le pressioni parziali dei gas arteriosi e il pH ematico.

Il muscolo scheletrico può essere considerato una “macchina” che si rifornisce di carburante utilizzando i substrati energetici derivati dall'alimentazione e immagazzinati sotto forma di carboidrati e lipidi nell'organismo. Le proteine, che sono comunque un'ottima fonte energetica, non vengono utilizzate a scopo energetico, tranne che in condizioni di deprivazione alimentare estrema.

I carboidrati sono ossidati con un quoziente respiratorio uguale a 1, ovvero il processo ossidativo consuma 6 molecole di ossigeno e produce come prodotti di scarto 6 molecole di anidride carbonica; il rapporto quindi tra fosfati ad elevata energia prodotti e ossigeno consumato è pari a 6.0 o 6.18, a seconda che l'ossidazione riguardi rispettivamente il glucosio o il glicogeno:



I Lipidi, ad esempio il palmitato, sono ossidati con un quoziente respiratorio uguale a 0.71, cioè per ossidare una molecola di palmitato sono necessarie 23 molecole di ossigeno e prodotte come scarto 16 molecole di anidride carbonica; in questo caso pertanto il rapporto tra fosfati ad elevata energia prodotti e ossigeno consumato sarà 5.65, cioè 130 molecole di ATP generate per 23 molecole di ossigeno utilizzate:



Il quoziente respiratorio del metabolismo intermedio rispecchia

le diverse proporzioni di carboidrati e grassi utilizzati dal processo metabolico. I grassi costituiscono la migliore soluzione per immagazzinare energia nell'organismo; i carboidrati costituiscono il substrato economicamente migliore dal punto di vista del consumo di ossigeno necessario alla reazione. In condizioni di equilibrio, il quoziente respiratorio rispecchia fedelmente il quoziente metabolico. Durante esercizio fisico moderato il quoziente metabolico del muscolo può essere espresso con sufficiente approssimazione dall'incremento di VCO_2 , relativo all'aumento di VO_2 . Da queste misure si è stabilito che il quoziente metabolico per il muscolo durante attività fisica è intorno a 0.95. Dunque il muscolo utilizza una percentuale di zuccheri maggiore rispetto ai grassi durante esercizio fisico. In condizioni di riposo la situazione ovviamente è diversa. Il quoziente metabolico del muscolo è relativamente elevato se confrontato con quello degli altri organi (cervello escluso) e contribuisce in modo determinante al quoziente metabolico dell'intero organismo: approssimativamente il quoziente metabolico (QR) passa da 0.8 in condizioni di riposo a 0.95 durante esercizio fisico di intensità moderata. Un QR di 0.95 indica che circa l'84% dei substrati consumati per quel tipo di esercizio è costituito da carboidrati. Tuttavia, anche se la "miscela di carburanti" utilizzata dall'organismo durante esercizio è in proporzione maggiore ottenuta dalle riserve di carboidrati piuttosto che da quelle lipidiche il QR subisce un progressivo lento decremento durante esercizio fisico prolungato a carico di lavoro costante. Questo andamento nel tempo del QR rispecchia la progressiva riduzione dell'utilizzo dei carboidrati come substrati durante esercizio e questo comportamento è dipendente dal progressivo depauperamento delle riserve di glicogeno muscolari. Raggiunto l'esaurimento delle scorte di glicogeno, il soggetto avverte la fatica, si sente esausto e l'esercizio termina; l'ingestione di glucosio consente al muscolo di proseguire il proprio lavoro. Bergstrom e collaboratori hanno rilevato che maggiore è la percentuale di depositi di glicogeno muscolari, maggiore è la resistenza ad un esercizio fisico di elevata intensità. È dimostrato che il fitness, o più genericamente l'esercizio fisico, è in grado di influenzare il profilo di

utilizzo dei substrati energetici. Infatti un soggetto allenato (fit), rispetto ad un individuo non-fit, per svolgere un lavoro sottomassimale, utilizza in proporzione maggiore gli acidi grassi come substrato energetico. Questo meccanismo consente di risparmiare le riserve di glicogeno e renderle pertanto disponibili più a lungo, permettendo quindi un esercizio fisico di maggiore durata.

Carboidrati

Il muscolo scheletrico umano contiene in media dalle 80 alle 100 mmol (15-18 g) di glucosio per Kg di massa umida, immagazzinato sotto forma di glicogeno. Pertanto un soggetto "standard" di 70 Kg possiede circa 400 g di glicogeno muscolare. Bisogna tuttavia considerare che questa è una stima totale del pool dei carboidrati dei muscoli scheletrici, e conseguentemente un muscolo in contrazione potrà contare su una quantità decisamente inferiore di glicogeno, ovvero esclusivamente sulle proprie riserve. Normalmente, ci sono dai 5 ai 6 g di glucosio disponibili nel sangue (100mg/100 ml). Durante esercizio fisico, nonostante le masse muscolari incrementino notevolmente il consumo di glucosio, la relativa concentrazione plasmatica si mantiene costante grazie alla mobilitazione di zucchero dai depositi epatici, eccetto che durante lavoro fisico prolungato. Il glicogeno epatico, pari a circa 50-90 g, viene convertito in glucosio attraverso i processi glicogenolitici. Le riserve di glicogeno possono essere reintegrate attraverso i processi di gluconeogenesi che utilizzano il lattato, il piruvato, il glicerolo e i precursori dell'alanina. La quantità di glucosio rilasciata in circolo dipende dalle concentrazioni plasmatiche di glucosio e strettamente dalle complesse interazioni ormonali di insulina e glucagone e dall'azione delle catecolamine come adrenalina e noradrenalina. Come l'intensità e la durata dell'esercizio fisico aumentano, aumentano i livelli di catecolamine circolanti e di glucagone, al fine di mantenere i livelli glicemici costanti, nonostante l'aumentato utilizzo del glucosio da parte dei muscoli tenda ad abbassarli.

Lipidi

I depositi muscolari di grassi ammontano a circa 20 g di trigliceridi per Kg di massa umida. Durante l'esercizio fisico vengono utilizzate sia le risorse di lipidi contenute nei muscoli sia quelle extra muscolari, come ad esempio il tessuto adiposo, dove i trigliceridi subiscono un processo di idrolisi che li trasforma in glicerolo e acidi grassi liberi, principalmente palmitico, stearico, oleico e linoleico. Gli acidi grassi sono trasportati nel plasma principalmente legati all'albumina. A livello extramuscolare ci sono grandi depositi lipidici: in un soggetto "standard" di circa 70 Kg la parte grassa ammonta a circa 15 kg di trigliceridi, equivalenti a circa 135.000 Kcal di energia. Il sistema nervoso simpatico insieme alle catecolamine liberate dalla midollare del surrene regola la lipolisi del tessuto adiposo.

L'adrenalina e la noradrenalina incrementano la concentrazione locale di AMP ciclico attraverso l'attivazione dell'adenil ciclasi. Questo comporta una incrementata attività di idrolisi dei trigliceridi depositati nel tessuto adiposo. Altri fattori, viceversa, riducono l'attività lipolitica durante esercizio come ad esempio l'incremento dei lattati nel plasma e un eventuale carico di glucosio dall'esterno. Gli acidi grassi liberi costituiscono solo una piccola parte del pool plasmatico di acidi grassi; la restante parte è costituita da trigliceridi. A riposo la concentrazione plasmatica di acidi grassi liberi si aggira intorno alle 0,5 mmol/L, aumentando fino a circa 2 mmol/L durante esercizio fisico. Il turn-over del pool plasmatici degli acidi grassi liberi è elevato, con un tempo medio di 2-3 minuti in condizioni di riposo e più basso in condizioni di esercizio. Conseguentemente il principale determinante dell'uptake di acidi grassi a livello muscolare è determinato dal prodotto del flusso plasmatico per le concentrazioni plasmatiche degli stessi. Con il training fisico le concentrazioni plasmatiche di acidi grassi non aumentano, ma anzi si riducono lievemente. Dunque, un eventuale incremento del contributo dell'ossidazione degli acidi grassi liberi per i meccanismi energetici dell'organismo, misurato ad un determinato carico di lavoro dopo training, può es-

sere espressione di un'aumentata utilizzazione delle risorse muscolari. Concludendo, la lipolisi del tessuto adiposo non aumenta con il training fisico di un individuo, anzi potrebbe essere lievemente e progressivamente depressa dallo stesso.

Aminoacidi

Riguardo all'utilizzo delle risorse aminoacidiche durante esercizio, è stato osservato che l'unico aminoacido di cui è stato rilevato un significativo rilascio in circolo da parte del tessuto muscolare è l'alanina. Degli altri non si rileva nessun incremento o si rilevano piccoli aumenti di scarsa significatività. L'incremento dell'alanina circolante di derivazione muscolare dipende in gran parte dalla transaminazione del piruvato, derivato a sua volta dall'aumentato metabolismo glicidico. I gruppi amminici sono derivati dalla deaminazione dell'inosin-monofosfato durante il metabolismo dei nucleotidi purinici e dagli aminoacidi a catena ramificata (valina, leucina e isoleucina). È stata dimostrata una relazione lineare tra le concentrazioni plasmatiche di alanina e piruvato sia a riposo che durante esercizio fisico. Dunque, con tutta probabilità, l'incremento dell'alanina circolante è espressione più di un aumentato metabolismo glucidico che di un aumentato utilizzo proteico a scopi energetici. L'alanina che si forma attraverso i meccanismi di transaminazione muscolare è trasportata mediante il circolo sanguigno al fegato, dove viene utilizzata come precursore per la gluconeogenesi. Pertanto, si viene a stabilire un rapporto di scambio alanina-glucosio tra il muscolo e il fegato: cioè lo "scheletro di carbonio" dell'alanina viene impiegato nella sintesi epatica del glucosio.

Strumenti di valutazione

Il consumo di ossigeno durante lo svolgimento di un determinato lavoro dipende dall'intensità del lavoro stesso. Osservando

le modificazioni tempo dipendenti del consumo di O_2 durante attività di cycling, in cui il carico di lavoro sia mantenuto costante, si rileva che per carichi di lavoro ≤ 150 watt lo steady state per il VO_2 è raggiunto entro i primi 3 minuti di esercizio. Per carichi di lavoro superiori ai 150 watt il consumo di O_2 continua ad aumentare anche oltre i 3 minuti. Nel range di lavoro compreso tra i 150 e 400 watt più è elevato il carico di lavoro maggiore è il consumo di ossigeno. Comunque oltre i 200 watt il VO_2 massimo risulta invariato indicando pertanto quale sia il cosiddetto VO_2 massimo del soggetto. Raggiunto questo livello il consumo di ossigeno non può crescere ulteriormente; un soggetto non può sostenere un esercizio fisico a livello del suo VO_2 massimo. La relazione tra il consumo di ossigeno e il carico di lavoro è di tipo lineare e la sua pendenza è approssimativamente la stessa per tutti gli individui, ovvero circa 10 ml/min/watt, suggerendo che l'efficienza nello svolgere un determinato lavoro dell'uomo è relativamente costante. Comunque, mentre la pendenza della relazione tra VO_2 e carico di lavoro è indipendente dall'allenamento, dall'età del soggetto e dal sesso, è invece dipendente dal suo peso, tanto che negli individui obesi bisogna considerare un consumo aggiunto di ossigeno di circa 5.8 ml/min/kg. Questo riflette il lavoro in più che l'individuo deve compiere per spostare una massa maggiore. L'effetto del peso corporeo sul consumo di ossigeno è ancora più evidente nel caso di esercizio fisico al treadmill, in cui l'individuo deve spostare nello spazio la sua intera massa corporea. L'efficienza di lavoro varia solo lievemente da individuo ad individuo. Soggetti allenati e non, vecchi e giovani, maschi e femmine, hanno tutti efficienza di lavoro paragonabile.

Il test cardiopolmonare consente la valutazione contemporanea delle capacità del sistema cardiovascolare e respiratorio nello svolgimento della loro funzione principale ovvero garantire gli scambi gassosi tra l'ambiente e le cellule dell'organismo. Dato che l'esercizio fisico richiede una risposta integrata dei due sistemi per far fronte alle aumentate necessità metaboliche legate all'esercizio stesso, la misura degli scambi gassosi è fondamentale per capire i meccanismi della limitazione all'esercizio fisico.

Il test cardiopolmonare consente cioè la misurazione simultanea delle risposte dei sistemi cardiocircolatorio e respiratorio. Il test prevede quindi una registrazione dell'ECG durante l'esercizio, la misura della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa. Le misure della risposta cardiovascolare all'esercizio fisico sono quindi messe in relazione con i dati forniti dalla misura degli scambi gassosi. Il sistema cardiovascolare e respiratorio, durante esercizio, si trovano a fronteggiare l'aumento della respirazione cellulare a livello delle cellule muscolari, ovvero alla loro aumentata domanda di ossigeno e all'aumentata produzione di anidride carbonica. Pertanto studiando la respirazione polmonare in risposta all'esercizio, è possibile definire correttamente le competenze funzionali degli apparati coinvolti nell'attività fisica, ovvero è possibile stabilirne lo stato di salute. Il test cardiopolmonare consente l'opportunità unica di studiare simultaneamente le risposte cellulari, cardiocircolatorie e ventilatorie all'esercizio fisico. I test ergometrici nei quali non viene studiato lo scambio gassoso non consentono di valutare realisticamente l'efficienza degli apparati precedentemente indicati, che è quella di fornire il supporto alla respirazione cellulare e quindi alla vita dell'organismo. È chiaro che una riduzione nel VO_2 di picco può essere causata da qualunque malattia che colpisca il muscolo scheletrico o gli organi che sono responsabili del trasporto dell'ossigeno e della CO_2 tra l'aria e le cellule muscolari. Come già detto, la funzione principale del sistema cardiovascolare e polmonare è quella di supportare la respirazione cellulare. Attraverso la misura di vari parametri, il test cardiopolmonare consente di rispondere a varie domande relative alla performance fisica di un individuo.

Essendo lo strumento indubbiamente più efficace nel fornire informazioni complete e dettagliate per lo studio dell'attività fisica in ambito di ricerca, il test cardiopolmonare è conseguentemente di assoluta utilità anche in ambito clinico. Qui di seguito sono riportate le principali applicazioni.

1. Diagnosi differenziale: quando la causa della dispnea o della limitazione all'esecuzione di esercizio fisico è sconosciu-

- ta, il CPET può consentire di individuare quale organo sia responsabile di un alterato scambio dei gas.
2. Valutazione della disabilità mediante assessment della capacità di esercizio e del livello di limitazione funzionale di un individuo.
 3. Riabilitazione: il CPET fornisce indicazioni relative al livello di sforzo che un soggetto può sostenere senza stress. Pertanto è di fondamentale importanza nella definizione della riabilitazione fisica e nella valutazione del beneficio tratto da questa. In realtà un incremento della tolleranza all'esercizio non può essere realmente rilevabile senza un test cardiopolmonare.
 4. Definizione del rischio pre-operatorio: il CPET definisce in modo preciso il rischio dei soggetti che devono sottoporsi a interventi di chirurgia maggiore; fornisce infatti dettagli relativi alle riserve metaboliche dell'organismo in condizioni di stress.
 5. Valutare la gravità dello scompenso cardiaco: il consumo di ossigeno di picco si è dimostrato un preciso indicatore di sopravvivenza nei pazienti con scompenso cardiaco. Altri due importanti parametri rilevati dal test cardiopolmonare sono stati recentemente individuati come indicatori della prognosi: si tratta dell'equivalente ventilatorio della CO_2 (VE/VCO_2) e della soglia anaerobica (AT). È inoltre strumento indispensabile per fornire un'esatta indicazione al trapianto cardiaco dei soggetti scompensati.
 6. Graduare la prognosi dei soggetti con BPCO: il VO_2 di picco è stato riconosciuto come predittore di sopravvivenza nei soggetti con broncopneumopatia migliore del FEV_1 .
 7. Valutazione dell'efficacia della terapia.

Esistono due grandi gruppi di protocolli con cui può essere condotto un test cardiopolmonare: quelli a carico costante e quelli a carico incrementale.

I protocolli a carico costante hanno rilevanza scientifica ma poca importanza sul piano clinico. L'informazione più utile si ottiene all'inizio dell'esercizio ed è correlata al tempo necessario

per il raggiungimento della nuova condizione di “steady state” rispetto al basale: questo tempo è funzione dell'efficienza dell'apparato cardiovascolare. Informazioni analoghe possono essere ottenute studiando la cinetica del consumo di ossigeno nella fase di recupero, anch'essa funzione del sistema cardiovascolare.

Allontanandosi brevemente dal discorso sul test cardiopolmonare, merita ricordare in questo contesto uno dei test di valutazione funzionale dell'esercizio fisico più diffusi, data la semplicità di esecuzione e il basso costo; questo test, pur essendo un test a carico costante, fornisce utili informazioni cliniche sullo stato di salute di un individuo. Si tratta del test del cammino dei sei minuti (six minute walking test-6mwt) che si basa sulla distanza percorsa in un determinato lasso di tempo. Ad esempio nei pazienti con scompenso cardiaco, la distanza percorsa in 6 minuti è un indicatore prognostico indipendente dalla classe NYHA e dalla frazione di eiezione del ventricolo sinistro²⁵. Tornando a parlare del test cardiopolmonare, i protocolli con incremento continuo forniscono informazioni su momenti specifici dell'esercizio, quali la soglia anaerobica e la cinetica della ventilazione e dei gas espirati e le loro relazioni (VE/VCO_2) e le relazioni con il carico di lavoro (VO_2/watt). I protocolli con incremento discontinuo sono utili soprattutto quando occorrono valutazioni specifiche ad un carico determinato, quali la determinazione della gittata cardiaca (GC) e della pressione polmonare. Il parametro più utilizzato è il VO_2 di picco. Nel protocollo a carico incrementale è indispensabile una seduta cosiddetta di “familiarizzazione”: in letteratura sono state segnalate infatti differenze addirittura del 25% tra il VO_2 di picco registrato durante un primo test e quello rilevato durante un secondo test eseguito dallo stesso soggetto. Test troppo brevi (con incremento troppo rapido del carico di lavoro) o troppo lunghi (con incremento troppo lento) influenzano i risultati²⁶. La durata ideale di un test incrementale è di 10 minuti; tuttavia identificare il carico di lavoro al quale un determinato individuo raggiunge il picco dell'esercizio in 10 minuti è problema di non facile soluzione, ma sicuramente importante da definire in quanto, ad eccezione del VO_2 alla soglia anaerobica e della rela-

zione VE/VCO_2 , tutti gli altri parametri variano in rapporto alla durata del test²⁶. Da un protocollo incrementale si ottengono numerosi parametri per la valutazione dell'esercizio e si acquisiscono rilevanti informazioni sulla fisiopatologia degli apparati coinvolti nell'esercizio stesso. Di seguito sono riportate sinteticamente le caratteristiche dei parametri principali misurati durante un test cardiopolmonare.

Il VO_2 massimo e al picco dell'esercizio sono i parametri più noti ottenuti dal test da sforzo cardiopolmonare. Definiscono aspetti diversi della fisiologia dell'esercizio e pertanto non devono essere tra loro confusi. Si definisce VO_2 massimo ($VO_{2\max}$) il valore di VO_2 misurato nella condizione in cui, nonostante un ulteriore incremento del carico di lavoro, il consumo di O_2 resta costante. In ambito clinico, diversamente dal soggetto sano e dall'atleta, il $VO_{2\max}$ è raggiunto raramente. Per questo motivo, nell'analisi valutativa esso è sostituito dal VO_2 di picco, definito come il VO_2 più alto raggiunto durante un determinato sforzo. È importante ricordare che il VO_2 è dato da: Gittata cardiaca (GC) x differenza artero-venosa di O_2 ($C(a-v)O_2$) e, siccome nel soggetto sano l'incremento di $C(a-v)O_2$ ha un andamento lineare con l'aumento del carico di lavoro²⁷, è possibile, conoscendo il VO_2 , stimare l'incremento della GC. Nel 1985 Weber e Janicki²⁸ hanno formulato una classificazione della capacità funzionale dei pazienti con scompenso cardiaco cronico, tuttora utilizzata, basata sul VO_2 di picco normalizzato per il peso corporeo. La classificazione ha avuto il pregio di essere stata la prima nella definizione funzionale del soggetto scompensato, ma anche il difetto di non prendere in considerazione l'età, il sesso e il livello di "fitness" del soggetto esaminato. Inoltre, nonostante la normalizzazione per il peso corporeo, essa non considera che il VO_2 della massa grassa è diverso da quello della massa magra. Per questo motivo, nei soggetti obesi, si ha una sottostima del VO_2/kg effettivamente raggiunto. Considerando semplicemente il VO_2 in ml/min/kg, si può ritenere che un VO_2 di picco <10 ml/min/kg corrisponda a prognosi grave e un VO_2 di picco >16 ml/min/kg a prognosi favorevole. La valutazione prognostica dei pazienti di cui si rileva

un VO_2 di picco tra 10 e 16 ml/min/kg deve tenere presente anche altri parametri.

Il VO_2 alla soglia anaerobica è un buon predittore della capacità d'esercizio ed è indipendente dalla durata dello sforzo. Il modo migliore per calcolare la soglia anaerobica (AT - Anaerobic Threshold) è quello cosiddetto del V-slope, nella quale VCO_2 e VO_2 sono messi in correlazione l'uno con l'altro.

Per una valutazione precisa della AT, gli esperti raccomandano di confermare la AT calcolata con la V-slope mediante l'analisi degli equivalenti ventilatori per ossigeno (VE/VO_2) e quelli per la CO_2 (VE/VCO_2).

La soglia anaerobica è identificata dal tempo in cui il VE/VO_2 aumenta e VE/VCO_2 rimane costante.

La relazione VO_2 /carico di lavoro è utilizzata per la valutazione della performance cardiovascolare. Una ridotta relazione VO_2 /carico di lavoro documenta una peggiore performance cardiovascolare perché minore è la quantità d'energia prodotta anaerobicamente.

Il valore superiore della relazione VO_2 /carico di lavoro sembra essere fisso, perché gli atleti sono in grado di prolungare l'esercizio ma non di aumentare la pendenza della relazione VO_2 /carico di lavoro. Questa relazione si appiattisce quando l'incremento della GC o la sua distribuzione in periferia è insufficiente. Il valore normale della relazione VO_2 /carico di lavoro è ~10 ml/min/watt.

Il polso di ossigeno, ovvero il rapporto tra consumo di ossigeno e frequenza cardiaca (VO_2/FC), è un indice di performance cardiaca. È definito dal prodotto del volume sistolico del ventricolo sinistro per la differenza artero-venosa di O_2 .

Il polso d'ossigeno aumenta soprattutto nella prima parte dell'esercizio, mentre nella seconda parte dello stesso resta pressoché invariato. In questa fase l'aumento della GC è funzione soprattutto dell'aumento della frequenza cardiaca.

Il "cardiac power", calcolato dal prodotto di VO_2 e pressione arteriosa sistolica, è anch'esso utilizzato come indicatore di performance ventricolare sinistra. A questo parametro, recente-

mente, è stato assegnato un forte potere come predittore prognostico dei pazienti con scompenso cardiaco cronico.

La gittata cardiaca (GC) con le relative variazioni durante esercizio fisico è indicatore della gravità di malattia e ha valore prognostico anche più potente del VO_2 di picco. Infatti la prognosi può essere favorevole pur in presenza di ridotto VO_2 di picco se l'aumento della GC indotto dall'esercizio è conservato: in questi casi il ridotto VO_2 di picco potrebbe dipendere da un concomitante e probabile decondizionamento muscolare.

La possibilità di valutare in modo non invasivo la gittata cardiaca rappresenta sicuramente una delle maggiori novità diagnostiche in ambito cardiologico²⁹.

Durante l'esercizio si ha un incremento di ventilazione per l'aumento del volume corrente e della frequenza respiratoria. L'aumento del volume corrente si osserva soprattutto nella parte iniziale dell'esercizio, mentre l'incremento della frequenza respiratoria è presente soprattutto nella parte finale. Nei pazienti con scompenso cardiaco si ha un abnorme aumento della ventilazione durante esercizio: esso è dovuto ad un aumento della frequenza respiratoria che compensa, in eccesso, il ridotto incremento del volume corrente³⁰. Numerose sono le cause d'iperventilazione nello scompenso cardiaco: l'alterazione della meccanica toraco/polmonare, la riduzione della diffusione alveolo-capillare, l'aumento della necessità di ventilare per incremento sproporzionato della produzione di CO_2 , l'aumento dello spazio morto, l'eccessiva attività dei metaborecettori, dei chemorecettori e dei barorecettori. Le curve flusso/volume permettono di studiare in modo adeguato la meccanica respiratoria durante l'esercizio. Con queste curve è stato possibile documentare l'esistenza di una limitazione al flusso espiratorio anche in pazienti con scompenso cardiaco che, per aumentare la ventilazione durante l'esercizio, devono, a differenza del soggetto normale, aumentare, dopo una iniziale fisiologica riduzione, la capacità funzionale residua^{31,32}.

BIBLIOGRAFIA

1. World Health Organization. The World Health Report 2002: reducing risk, promoting healthy life.
2. Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ, et al. Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *J Appl Physiol* 2000; 88: 774-787.
3. Pale RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995; 273:402-7.
4. Urbinati S, Fattiroli F, Tramarin R, Chieffo C, Temporelli PL, Griffo R, et al. Gruppo Italiano di Cardiologia Riabilitativa e Preventiva. The ISYDE project. A survey on Cardiac Rehabilitation in Italy. *Monaldi Arch Chest Dis* 2003; 60: 16-24.
5. Kokkinos PF, Narayan P, Collieran JA, Pittaras A, Notargiacomo A, Reda D, et al. Effects of regular exercise on blood pressure and left ventricular hypertrophy in African-American men with severe hypertension. *N Engl J Med* 1995; 333: 1462-1467.
6. Paffenbarger RS Jr, Lee IM. Intensity of physical activity related to incidence of hypertension and all-cause mortality: an epidemiological view. *Blood Press Monit* 1997; 2: 115-123.
7. Coats AJ, Adamopoulos S, Radaelli A, McCance A, Meyer TE, Bernardi L, et al. Controlled trial of physical training in chronic heart failure. Exercise performance, hemodynamics, ventilation, and autonomic function. *Circulation* 1992; 85: 2119-2131.
8. Tuomiletho J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, et al. The Finnish diabetes prevention study group. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001; 344: 1343-1350.

9. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002; 346: 393-403.
10. American Diabetes Association. Position statement: "Physical Activity Exercise and Diabetes Mellitus". *Diabetes Care* 2003; 26: S 73 - S77.
11. Laufs U, Wassmann S, Czech T, Munzel T, Eisenhauer M, Bohm M, et al. Physical inactivity increases oxidative stress, endothelial dysfunction and atherosclerosis. *Arterioscl Throm Vasc Biol* 2005; 25: 809-814.
12. Vona M, Rossi A, Capodaglio P. Impact of physical training and detraining on endothelium-dependent vasodilation in patients with recent myocardial infarction. *Am Heart J* 2004; 147: 1039-1046.
13. Abramson JL, Vaccarino V. Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Arch Intern Med* 2002; 162: 1286-1292.
14. Wannamethee GS, Lowe GD, Whincup PH, Rumley A, Walker M, Lennon L. Physical activity and hemostatic and inflammatory variables in elderly men. *Circulation* 2002; 105: 1785.
15. Strawbridge WJ, Deleger S, Roberts RE, Kaplan GA. Physical activity reduces the risk of subsequent depression for older adults. *Am J Epidemiol* 2002; 156: 328-334.
15. Blair SN, Kohl HW 3rd, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995; 273: 1093-1098.
17. Paffenbarger RS Jr, Kampert JB, Lee IM, Hyde RT, Leung RW, Wing AL. Changes in physical activity and other life way patterns influencing longevity. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 857-865.
18. Erikssen G, Liestol K, Bjornholt J, Thaulow E, Sandvik L, Erikssen J. Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet* 1998; 352: 759-762.
19. Sesso HD, Paffenbarger RS, Lee IM. Physical activity and co-

- ronary heart disease in men: the Harvard Alumni Health Study. *Circulation* 2000; 102: 975.
20. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, et al. Exercise-based rehabilitation for patients with coronary artery disease: systematic review and metaanalysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2004; 116: 682-692.
 21. Munro J, Brazier J, Davey R, Nicholl J. Physical activity for the over 65s: could it be a cost-effective exercise for the NHS? *J Public Health Med* 1997; 19: 397-402.
 22. Jones TF, Eaton CB. Cost-benefit analysis of walking to prevent coronary heart disease. *Arch Fam Med* 1994; 3: 703-710.
 23. Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ, Hamilton MT. Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *J Appl Physiol* 2000; 88:774-87.
 24. Wasserman K, Hansen JE, Darryl YS, William WS, Brian JW. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications. Fourth Edition. Lippincott Williams & Wilkins Editors.
 25. ATS Board of Directors, March 2002. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 111-117.
 26. Agostoni PG, Bianchi M, Moraschi A, Palermo P, Cattadori G, La Gioia R, et al. Work rate affects cardiopulmonary exercise test results in heart failure. *Eur J Heart Fail* 2005, 7: 498-504.
 27. Stringer WW, Hansen JE, Wasserman K. Cardiac output estimated non-invasively from oxygen uptake during exercise. *J Appl Physiol* 1997; 82: 908-912.
 28. Weber KT, Janicki JS. Cardiopulmonary exercise testing for evaluation of chronic cardiac failure. *Am J Cardiol* 1985; 55: 22A-31A.
 29. Agostoni PG, Cattadori G, Apostolo A, Contini M, Palermo P, Marenzi GC. Non invasive measurement of cardiac output during exercise by inert gas re-breathing technique: a new tool for heart failure evaluation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46: 1779-1781.
 30. Wasserman K, Zhang Y, Gitt A, Belardinelli R, Koike A, Lu-

- barsky L, et al. Lung function and exercise gas exchange in chronic heart failure. *Circulation* 1997; 96: 2221-2227.
31. Agostoni PG, Pellegrino R, Conca C, Rodarte J, Brusisco V. Exercise hyperpnoea in chronic heart failure: relation to lung stiffness and exercise flow limitation. *J Appl Physiol* 2002; 92: 1409-1416.
 32. Consensus Statement of Multisocietary Task Force Prescription of physical exercise in the cardiological environment (First part). *Monaldi Arch Chest Dis* 2007; 68: 13-30

CAPITOLO IV

CONTROINDICAZIONI E PRECAUZIONI

Introduzione

Come è noto, l'attività fisica regolare svolge, in linea generale, un ruolo benefico per il raggiungimento ed il mantenimento del benessere fisico, psicologico e sociale degli individui.

In talune categorie di persone essa risulta spesso determinante nella prevenzione e nel trattamento di numerose patologie croniche (sarcopenia, alterata flessibilità articolare, decondizionamento cardiovascolare e respiratorio, osteoporosi, ecc)¹.

È il caso, per esempio, dell'anziano fragile, per il quale un programma di esercizio fisico adeguato e calibrato può rivelarsi utile al fine di ridurre il rischio di morte prematura, come anche l'aggravamento delle limitazioni funzionali e sviluppo di disabilità².

Nonostante i numerosi effetti positivi, l'attività fisica può comportare complicazioni muscolo-scheletriche e cardiovascolari, soprattutto se non eseguita in sicurezza.

La possibilità che si verifichino eventi avversi durante lo svolgimento dell'attività fisica è considerevolmente maggiore nei soggetti affetti da cardiopatia, in quelli in età avanzata, nei soggetti sedentari e nei soggetti con un rischio globale cardiovascolare elevato³.

Per tali motivi e al fine di intraprendere o prescrivere programmi di esercizio fisico efficaci e sicuri, è necessario procedere ad una preliminare valutazione dello stato di salute del paziente.

Valutazione preventiva dello stato di salute

Per valutazione preventiva dello stato di salute si intende l'insieme di indagini finalizzate a verificare l'idoneità dell'individuo esaminato ad intraprendere un programma di esercizio fisico in sicurezza, nonché la tipologia di programmi più appropriati al fine di preservare il benessere fisico e migliorare le capacità funzionali.

Le procedure prevedono uno screening preventivo che deve rispondere ai criteri di efficacia, rapidità di esecuzione ed applicabilità su vasta scala.

Tab. I.IV - Physical Activity Readiness Questionnaire-PAR-Q
Rivisto dalla Canadian Society for Exercise Physiology (2002)

Par-Q & YOU

(Questionario di screening preventivo rivolto a persone di età compresa fra 15 e 69 anni)

Riempire il seguente questionario accuratamente e sinceramente usando il buon senso e indicando la risposta SI o NO

SI	NO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Il tuo medico ti ha mai detto che hai una malattia di cuore e ti ha raccomandato solo un'attività fisica con supervisione medica?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Avverti dolore al petto quando fai attività fisica?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. Nell'ultimo mese hai avvertito dolore toracico mentre non svolgevi attività fisica?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Hai mai perso l'equilibrio a causa di una sensazione di sbandamento o hai mai perso coscienza?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Hai un problema a livello delle ossa o delle articolazioni che potrebbe essere aggravato da una modificazione del tuo livello di attività fisica?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Il tuo dottore ti ha mai prescritto farmaci per la pressione arteriosa o per il cuore?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Sei a conoscenza di una qualsiasi altra ragione per la quale non dovresti fare attività fisica?

- Se vi sono risposte affermative ad una o più domande contatta anche telefonicamente il tuo medico prima di iniziare un'attività fisica.
- Se vi sono risposte negative a tutte le domande è possibile iniziare l'attività fisica incrementando l'intensità lentamente e con gradualità.

Nota importante: se le condizioni di salute cambiano durante un programma di esercizi, rendendo possibile una risposta positiva ad una delle domande sopra riportate, parlane con il professionista. Se sei in stato di gravidanza chiedi consiglio al medico prima di incrementare l'attività fisica.

Lo scopo è quello di individuare i soggetti: particolarmente a rischio, specie anziani, affetti spesso da numerose comorbidità e sottoposti a terapie farmacologiche.

Quindi dovremo porre maggiore attenzione a persone.

- con accertate controindicazioni mediche all'esercizio;
- con più fattori di rischio derivanti da età e presenza di malattie;
- con sintomi che rendono indispensabile una valutazione specialistica di secondo livello, che comprenda l'esecuzione di test strumentali più approfonditi;
- con patologie clinicamente accertate, il cui programma di esercizi necessita la supervisione di personale medico.

In proposito, è bene ricordare come le indagini preliminari possono consistere in semplici questionari somministrabili da chiunque od autosomministrabili, quali, ad esempio il PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire), test standard minimo, predisposto per essere usato prima dell'inizio di un programma di esercizi di moderata intensità in soggetti di età compresa tra i 15 e i 69 anni (Tab. I.IV). In genere, si tratta di questionari di facile esecuzione, con domande semplici e comprensibili a cui il soggetto deve dare una risposta dalla quale si può evincere con ottima approssimazione, se vi sono elementi che richiama a patologie in cui l'esercizio fisico è controindicato.

In aggiunta, anche l'American College of Sports Medicine e l'American Heart Association hanno pubblicato un questionario mirato ad analizzare il rapporto tra salute ed attività fisica (Tab. II.IV)⁴.

Nel caso in cui lo screening preventivo evidenzia uno stato di salute che potrebbe mettere a rischio la sicurezza dei programmi di attività fisica, è necessario consigliare il soggetto a recarsi dal proprio medico curante o dallo specialista di riferimento.

Talvolta infatti possono essere necessari approfondimenti diagnostici e strumentali. Le valutazioni in tal senso possono richiedere l'intervento dello specialista cardiologo, ortopedico, geriatra, e comprendere oltre alla visita medica, indagini diagnostiche di vario genere, ad esempio:

- accurata anamnesi;
- esame obiettivo;
- eventuale esecuzione di ulteriori indagini diagnostiche (RX,TAC, RM);
- ECG;
- monitoraggio elettrocardiografico secondo Holter;
- ecocolor Doppler cardiaco o vascolare;
- test da sforzo;
- spirometria;
- es. del sangue e delle urine.

Tab. II.IV. Questionario AHA/ACSM per lo screening preventivo dello stato di salute

Valuta il tuo stato di salute segnando tutte le affermazioni vere

Storia clinica

Hai avuto: X un infarto X chirurgia cardiaca X coronarografia

X angioplastica (PTCA) X Pacemaker/defibrillatore impiantabile X disturbi del ritmo cardiaco X malattie delle valvole cardiache X insufficienza cardiaca X trapianto cardiaco X cardiopatie congenite.

Sintomi: X Hai mai avvertito dolore toracico durante l'esercizio X Hai mai avvertito la sensazione di mancanza di fiato X Hai mai avuto vertigini, sbandamento o perdita di coscienza X Assumi farmaci per il cuore.

Altre condizioni di salute: X Hai il diabete X Soffri di asma o di patologie respiratorie X Avverti bruciore, crampi alle gambe quando cammini per brevi distanze X Hai problemi muscolo scheletrici che limitano la tua attività fisica X Ti preoccupi della sicurezza dell'attività fisica X Stai assumendo uno o più farmaci X Sei in stato di gravidanza.

Se hai segnato anche una sola di queste affermazioni, consulta il tuo medico prima di intraprendere un'attività fisica. Potresti aver bisogno di essere seguito da personale medico qualificato.

Fattori di rischio cardiovascolare: X Sei un uomo di età > 45 anni

X Sei una donna con età > 55 anni, hai subito isterectomia, o sei in menopausa X Fumi o hai smesso negli ultimi 6 mesi X La tua pressione arteriosa è maggiore di 140/90 mmHg X Non conosci i tuoi valori di pressione arteriosa X Assumi farmaci per la pressione arteriosa X I tuoi livelli di colesterolo totale nel sangue sono > 200 mg/dl X Non conosci i tuoi valori di colesterolo X Hai consanguinei che hanno avuto infarti o chirurgia cardiaca prima dei 55 anni (padre o fratello) o prima dei 65 (madre o sorella) X Sei sedentario (coè, svolgi meno di 30 minuti per tre giorni a settimana di attività fisica) X Sei in sovrappeso di oltre 10 kg.

Sei hai segnato due o più affermazioni di questa sezione, dovresti consultare il tuo medico prima di intraprendere un'attività fisica. Puoi beneficiare del servizio offerto da personale qualificato che ti indirizzi nella scelta di un programma di esercizio fisico più appropriato.

Nessuno dei precedenti:

Dovresti essere in condizione di svolgere attività fisica in sicurezza anche senza consultare il tuo medico o altro personale qualificato attraverso un programma di esercizio autoguidato.

Criteri di esclusione dal programma A.F.A.

Non tutti possono partecipare indistintamente ai corsi AFA. In termini generali sono stati adottati i seguenti criteri per l'esclusione dal programma AFA:

- decadimento cognitivo grave;
- condizioni cliniche acute o riacutizzate (fratture vertebrali, controindicazioni cardio-respiratorie all'esercizio fisico, ecc);
- incapacità di deambulazione autonoma;
- incapacità di collaborazione e interazione con il gruppo;
- impossibilità a raggiungere la palestra autonomamente o con supporto familiare.

Controindicazioni all'attività fisica

Le controindicazioni all'attività fisica sono quelle condizioni che incidono sulla idoneità degli individui all'esercizio in quanto li espongono ad un rischio troppo elevato rispetto ai benefici che possono trarne.

Tab. III.IV - Principali controindicazioni assolute (nessun esercizio fisico) all'esercizio fisico, cardiovascolari e non cardiovascolari	
Cardiovascolari: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Insufficienza cardiaca scompensata (segni e sintomi di scompenso a riposo o durante esercizio fisico lieve) ▪ Infarto miocardico acuto recente ▪ Miocarditi, pericarditi ed endocarditi acute ▪ Angina instabile ▪ Ipertensione arteriosa grave non controllata (>180/110 mmHg) ▪ Aneurisma cardiaco o aortico con indicazione chirurgica ▪ Infarto miocardico acuto recente (< 3 settimane) ▪ Miocarditi, pericarditi ed endocarditi acute ▪ Aritmie non controllate ▪ Stenosi aortica severa e sintomatica ▪ Tromboflebiti e trombosi venose profonde in atto ▪ Embolia polmonare recente (< 3 settimane) ▪ Ipertensione polmonare severa (pressione arteriosa polmonare media > 55 mmHg) ▪ Blocco A-V di II° e III° grado ▪ FC di base superiore a 100 battiti per minuto 	Non cardiovascolari: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stati infettivi acuti in atto, febbre ▪ Insufficienza respiratoria ▪ Gravi distiroidismi non controllati ▪ Gravi stati psicotici non controllati ▪ Gravi stati anemici (emoglobina < 8 mg/dl) ▪ Diabete scompensato (glicemia > 300mg/dl o > 240mg/dl con chetonuria)

Esse si distinguono in assolute e relative. Nel primo caso, il soggetto viene completamente esonerato dall'intraprendere qualsiasi programma di esercizio fisico. Nel secondo, invece, può essere eventualmente ammesso (ma solo dopo uno scrupoloso monitoraggio) ad un programma personalizzato e sotto l'attenta supervisione di personale medico qualificato.

Le condizioni che controindicano l'esercizio fisico, in modo assoluto o relativo, possono essere, a loro volta, suddivise sulla base del meccanismo fisiopatologico in cardiovascolari e non cardiovascolari (Tab. III.IV e Tab. IV.IV).

Tab. IV.IV - Principali controindicazioni relative (intraprendere il programma di attività fisica solo dopo il controllo medico) all'esercizio fisico	
Cardiovascolari	Non cardiovascolari
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cardiopatia ischemia cronica stabile ▪ Alterazioni ECG a riposo precedentemente note (Blocco di Branca Sinistra preesistente, sindrome da preeccitazione ventricolare, frequente extrasistolia) ▪ Elevato rischio cardiovascolare globale (età >45 anni, con 2 o più fattori di rischio) ▪ Recente impianto di pacemaker e/o defibrillatore ▪ Anemia in soggetti cardiopatici ▪ Aneurisma aortico senza indicazione chirurgica ▪ Fibrillazione atriale con FC > 100 battiti per minuto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obesità pronunciata ▪ Insufficienza epatica o renale ▪ Capacità funzionale ridotta (< 4 METs) ▪ Affezioni polmonari croniche (enfisema, bronchite cronica, alcune forme di asma) ▪ Diabete complicato (retinopatia, nefropatia, vasculopatia periferica, neuropatia autonoma e periferica)

Precauzioni

Una volta identificati gli individui ritenuti idonei ad intraprendere i programmi di attività fisica, è necessario adottare alcune precauzioni al fine di ridurre l'insorgere di complicazioni muscolo-scheletriche e cardiovascolari nel corso dell'attività motoria. È bene ricordare che l'assenza di incremento della pressione arteriosa con il lavoro ed il lento recupero della frequenza cardiaca (FC) e della ventilazione dopo una sessione di esercizio sono indicativi di una compromissione della risposta cardiovascolare.

In particolare, prima di avviare ciascuna seduta di attività motoria, è indispensabile verificare la stabilità clinica dell'individuo, ovvero escludere la presenza di edemi declivi, dispnea, alterazione dell'equilibrio con instabilità posturale e dolore toracico, colorazione bluastra della cute (cianosi), presenza di fischi e sibili respiratori (asma). In presenza di tali condizioni, o qualora le stesse dovessero insorgere durante l'allenamento, è necessario rivolgersi al medico specialista.

Nel corso dell'esercizio fisico, è importante monitorare i para-

metri vitali per accertarsi che i valori pressori non aumentino al di sopra di 180/100 mmHg, che la frequenza cardiaca non superi i valori di allenamento consigliati e che non insorgano aritmie; circostanze che renderebbero necessaria la sospensione della seduta e l'intervento del medico (visita cardiologica, ECG, controllo della saturazione di O₂).

Esecuzione di programmi in sicurezza

Un programma sicuro deve prevedere almeno tre fasi: riscaldamento, esercizio e defaticamento.

Il **riscaldamento** deve essere progressivo e coinvolgere sia l'attività muscolare (stretching ed esercizi di flessibilità), che quella cardiorespiratoria. In questo modo, è possibile prevenire molti danni muscolo-scheletrici e ridurre sintomi cardiaci⁵.

L'**esercizio** deve essere, per intensità, frequenza e durata, adattato al singolo individuo ed incrementato, nel tempo, in maniera graduale e commisurata alle capacità funzionali del soggetto. Il **defaticamento**, o raffreddamento post esercizio, aumenta il ritorno venoso nella fase di recupero, riducendo la comparsa di ipotensione. Infine, per l'esecuzione in sicurezza dell'attività fisica, è opportuno tenere in debita considerazione anche le condizioni ambientali. Infatti, in ambienti troppo caldi, la frequenza cardiaca e la richiesta di ossigeno del miocardio aumentano, quanto più elevata è la richiesta aerobica dell'esercizio. Tale fenomeno è accentuato in presenza di un concomitante aumento di umidità. È pertanto raccomandabile, in tale contesto ambientale, mantenere un'adeguata idratazione, ridurre l'intensità dell'esercizio ed indossare indumenti leggeri. Per converso, l'attività fisica svolta in ambienti troppo freddi determina un aumento della portata e del lavoro cardiaco e genera vasocostrizione. Il conseguente aumento delle resistenze vascolari periferiche e della pressione arteriosa, associato ad una riduzione della perfusione coronarica per spasmo, può indurre una situazione silente o sintomatica di ischemia cardiaca⁶.

BIBLIOGRAFIA

1. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998 Jun;30(6):992-1008.
2. American College of Sports Medicine/American Heart Association Recommendations. Physical activity and public health in older adults. Nelson M.E., Rejeski W.J., Blair S.N., Duncan P.W., Judge J.O., King A.C., Macera C.A., Castaneda-Sceppa C. *Circulation* 2007;116:1094-1105.
3. Haskell WL. Cardiovascular complications during exercise training of cardiac patients. *Circulation* 1978;57:920-924.
4. American College of Sports Medicine and American Heart Association. ACSM/AHA Joint Position Statement: Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1998:1018.
5. Pollock M L, Gaesser G A, Butcher J D. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-991.
6. Hoberg E, Schuler G, Kunze B, et all. Silent myocardial ischemia as a potential link between lack of premonitoring symptoms and increased risk of cardiac arrest during physical stress. *Am J Cardiol* 1990;65:583-589.

CAPITOLO V

DIABETE MELLITO E ATTIVITÀ FISICA

Generalità

Il diabete mellito è caratterizzato da un patologico aumento della concentrazione di glucosio nel sangue. Questo è dovuto a un difetto assoluto o relativo di insulina, ovvero a una carenza o assenza dell'azione dell'insulina a livello tissutale.

L'insulina è un ormone prodotto e secreto dalle cellule beta del pancreas ed è indispensabile per il metabolismo degli zuccheri.

Si ritengono normali i valori di glicemia a digiuno fino a 110 mg/dl; valori compresi fra i 111 e i 125 mg/dl definiscono la condizione di alterata glicemia a digiuno; valori uguali o superiori a 126 mg/dl di glicemia a digiuno definiscono la condizione di diabete mellito.

Si distinguono tre principali tipi di diabete:

1. diabete di tipo 1;
2. diabete di tipo 2;
3. diabete in gravidanza.

Nel 1985 i malati di diabete, indistintamente dal tipo, erano 30 milioni, nel 1995 erano 135 milioni, nel 2001 circa 177 milioni; nel 2030 si prevedono circa 370 milioni di persone affette da diabete¹.

Il **diabete mellito tipo 1** è una patologia multifattoriale e poligenica caratterizzata dalla distruzione specifica e selettiva delle beta-cellule pancreatiche su base autoimmune.

La prevalenza di questo tipo di diabete in Italia risulta essere

tra lo 0,1 e lo 0,3%; l'incidenza è compresa tra 6 e 10 casi per 100.000 per anno nella fascia di età da 0 a 14 anni, mentre è stimata in 6,7 casi per 100.000 per anno nella fascia di età da 15 a 19 anni².

Il **diabete mellito tipo 2** non presenta un deficit assoluto di insulina, ma un deficit relativo e una resistenza all'azione dell'insulina per ridotta risposta dei tessuti. È il risultato di una complessa interazione tra il profilo genetico dell'individuo e molteplici fattori ambientali³.

Rappresenta il disordine endocrino-metabolico più diffuso al mondo; colpisce il 5-10% della popolazione dei paesi industrializzati e rappresenta il 90% di tutte le forme di diabete. Si stima che nell'arco dei prossimi 10 anni i soggetti affetti da questo tipo di diabete nel mondo saranno circa 220 milioni⁴.

I motivi di questo incremento sono da ricercare nei profondi cambiamenti dello stile di vita verificatisi negli ultimi decenni: dieta ricca di grassi e povera di fibre, sedentarietà e obesità.

La **sintomatologia** è rappresentata da poliuria, polidipsia, sonnolenza.

Le **complicazioni** sono la macroangiopatia (interessamento coronarico, dei tronchi sovra-aortici, dell'aorta addominale e delle arterie degli arti inferiori), la microangiopatia (interessamento renale e retinico) e la neuropatia.

Pancreas

Il pancreas è una ghiandola a secrezione mista, endocrina (a secrezione interna) ed esogena (a secrezione esterna).

La funzione endocrina è legata alla produzione da parte delle isole di Langerhans di 4 ormoni:

- 1) insulina (dalle cellule beta);
- 2) glucagone (dalle cellule alfa);
- 3) somatostatina (dalle cellule delta);
- 4) polipeptide pancreatico (dalle cellule F).

L'insulina ed il glucagone hanno azione opposta:

- la prima è anabolizzante, aumenta le riserve di glucosio, acidi grassi e aminoacidi;
- la seconda è catabolica, mobilizza il glucosio, acidi grassi e aminoacidi dai depositi e li mette in circolo.

L'insulina riduce la concentrazione di glucosio nel sangue inibendone la produzione a livello epatico (glicogenolisi e/o gluconeogenesi), favorendo l'assunzione e la metabolizzazione del glucosio a livello muscolare e a livello del tessuto adiposo; determina l'ingresso di parte del glucosio nelle cellule ed accelera in modo selettivo l'ingresso di quella quota di glucosio che entra nelle cellule per mezzo del semplice gradiente di concentrazione diretto verso l'interno; a livello degli adipociti inibisce l'idrolisi dei trigliceridi immagazzinati; stimola inoltre il metabolismo proteico inibendo la degradazione delle proteine muscolari.

La carenza di insulina comporta, oltre l'iperglicemia, un aumento della gluconeogenesi e dei corpi chetonici.

Un eccesso di insulina provoca ipoglicemia fino al coma, un eccesso di glucagone iperglicemia.

Nella tabella sottostante (Tab. I.V) sono descritti i fattori che influenzano la secrezione di insulina.

Fattori stimolanti la secrezione	Fattori inibenti la secrezione
Glucosio	Somatostatina
Aminoacidi	Insulina
Glucagone	Adrenalina e noradrenalina
Acetilcolina	Ipotassiemia
Ormoni intestinali (CCK, GIP, secretina, gastrina)	Farmaci: beta bloccanti, diuretici tiazidici
Farmaci: beta stimolanti, teofillina	

Tab. I.V

Invecchiamento del sistema endocrino

Generalità

Sembra che con l'età la riduzione della produzione ormonale (ad eccezione delle modificazioni indotte dalla menopausa) sia in

parte attribuibile a malattie vascolari o degenerative delle vie neuroendocrine del nucleo sopraottico e dell'ipotalamo.

La limitazione delle produzioni ormonali è di fondamentale importanza nell'attività fisica, specie se energica.

Gli ormoni regolano infatti:

- i volumi dei liquidi circolanti;
- le prestazioni cardiovascolari negli ambienti caldi;
- la mobilitazione delle sostanze “energetiche” necessarie per la riparazione delle strutture corporee mediante sintesi di nuove proteine.

Invecchiamento e metabolismo glucidico

Le evidenze sull'argomento sono contrastanti. C'è concordanza sulla ridotta **secrezione insulinica**, sul ritardo della risposta nella sua secrezione, sulla diminuzione della sensibilità all'insulina (resistenza) da parte dei tessuti e sulla sua riduzione della velocità di eliminazione.

A 70 anni circa il 20% degli uomini ed il 30% delle donne presentano curve anomale di tolleranza al glucosio per lo più per ridotta tolleranza all'insulina (per diminuzione della sensibilità periferica all'insulina prevalentemente a livello post-recettoriale).

La diminuzione dell'attività fisica, la riduzione della massa magra per l'immagazzinamento del glicogeno, l'aumento dell'adiposità e la dieta povera di cromo possono concorrere all'aumento della ridotta tolleranza all'insulina.

Si assiste inoltre ad un aumento della attività nervosa simpatica, al rallentamento della clearance dell'insulina ematica ed alla riduzione della risposta delle cellule beta del pancreas agli ormoni stimolanti ed inibenti. I livelli di glucagone risultano scarsamente alterati nell'anziano.

Esercizio fisico e diabete

Generalità

Normalmente l'esercizio fisico porta in un primo momento all'utilizzazione del glicogeno muscolare con rilascio di glucosio; esaurita la riserva di glicogeno, vengono impiegati il glucosio ematico (proveniente dal glicogeno epatico) e gli acidi grassi, per passare infine all'utilizzo del glucosio prodotto a livello epatico attraverso la gluconeogenesi (dall'utilizzo di aminoacidi, lattato e glicerolo).

La produzione di glucosio è adeguata al fabbisogno ed alla captazione muscolare. In caso di sforzo elevato il muscolo utilizza il glucosio citoplasmatico; nello sforzo moderato prevale l'utilizzo degli acidi grassi (rilasciati dal tessuto adiposo per diminuzione dei livelli insulinici e aumento della concentrazione delle catecolamine).

In caso di attività fisica intensa la produzione di energia da parte del fegato è regolata dalle catecolamine la cui concentrazione aumenta fino a 15-20 volte. L'attività fisica aumenta la captazione di glucosio da parte del muscolo indipendentemente dall'insulina (aumento della quantità di proteine trasportatrici).

Nel diabetico assistiamo a numerosi adattamenti endocrini, soprattutto ad una spiccata stimolazione adrenergica con tendenza alla riduzione della insulinemia e ad incremento di catecolamine, cortisolo e glucagone.

L'incidenza di diabete è superiore in chi non pratica regolare attività fisica.

È stata dimostrata l'efficacia della dieta (sana nei soggetti normopeso e capace di indurre una perdita di 1 kg al mese negli obesi) e dell'esercizio fisico (30 minuti al giorno di passeggio, o 20 minuti di passeggio veloce, o 10 minuti di corsa) nel ridurre l'incidenza di nuovi casi di diabete.

Si è avuta una riduzione di incidenza di diabete mellito tipo 2 del 31% con la sola dieta, e del 46% con l'esercizio fisico. Quindi migliorando lo stile di vita, includendo una attività fisica aerobica

di moderata intensità e una perdita di peso corporeo del 5%, si riduce in maniera importante l'incidenza di diabete mellito tipo 2. Interventi intensivi sullo stile di vita possono ritardare l'incidenza fino al 58%^{5,6,7,8}.

Studi di coorte hanno confermato che l'attività fisica continuativa e di grado elevato è associata a una significativa riduzione della mortalità cardiovascolare e generale^{3,5}.

Nel diabete mellito tipo 2 l'esercizio fisico contro resistenza, associato alla perdita di peso, è risultato efficace nel migliorare il controllo glicemico e alcuni parametri della sindrome metabolica e nel contrastare la perdita di massa muscolare. Quindi programmi misti di attività fisica aerobica e contro resistenza danno un beneficio addizionale sul controllo glicemico e di alcuni fattori di rischio^{9,10,12,13,14,15}.

I fattori sociali e psicologici hanno un grosso peso sulla pratica dell'attività fisica. È documentato come, la giovane età, un livello culturale elevato, l'assenza di barriere motivazionali, un buon grado di salute percepita e di prestazioni attese, correlino con il grado di attività fisica praticata¹⁶.

L'attività fisica contrasta l'insulinoresistenza che si osserva nell'inattività e l'insulinemia risulta diminuita a parità di livelli glicemici. L'esercizio induce anche modificazioni di affinità insulinica nei recettori specifici del muscolo scheletrico e della quantità di glucosio e aminoacidi assunte dalla cellula (alterazioni metaboliche citoplasmatiche).

Nel diabete di tipo 2 non controllato, l'esercizio fisico produce un ulteriore aumento della glicemia, degli acidi grassi e dei corpi chetonici a livello plasmatico (gluconeogenesi, glicogenolisi, ridotta utilizzazione del glucosio).

Quando invece è controllato da idonea terapia insulinica, l'esercizio fisico provoca solitamente iperinsulinemia ed ipoglicemia (aumento dell'azione insulinica a livello tissutale, accelerazione dell'assorbimento dell'insulina), cosa che può richiedere l'assunzione di carboidrati o la riduzione del dosaggio insulinico.

Nel diabete di tipo 2 l'esercizio fisico aerobico di intensità moderata riduce i livelli glicemici (aumento del trasporto di glucosio

attraverso la membrana cellulare e aumento della sensibilità all'insulina), accompagnandosi ad una riduzione della spesso associata obesità.

Naturalmente nel paziente anziano e molto anziano, grado ed entità dello sforzo, a parità di attività, sono diversi: ad esempio il medesimo sforzo che comporta in un cinquantenne un consumo di 420Kcal/h (7 MET) in un ultraottantenne può equivalere all'impiego di 180 Kcal/h (3 MET).

Attenzioni

Prima dell'inizio di una attività fisica di intensità superiore alla passeggiata veloce è necessario escludere condizioni ad elevato rischio cardiovascolare (in particolare l'ipertensione non controllata) e la presenza di complicanze che controindicano la pratica di alcuni esercizi per l'elevato rischio di evoluzione della patologia stessa (neuropatia vegetativa grave, neuropatia periferica grave, retinopatia pre-proliferante o proliferante ed edema maculare).

Il soggetto adulto e anziano diabetico, in buon equilibrio metabolico (con adeguato dosaggio insulinico se affetto da diabete di I° tipo) non presenta controindicazioni all'attività fisica, ma prima di intraprendere qualsiasi tipo di attività, deve essere attentamente studiato da un punto di vista diagnostico per escludere le frequenti implicazioni cardiovascolari e neurologiche¹⁷.

A tale proposito sono consigliati i seguenti controlli:

- ECG a riposo ed ECG da sforzo (oppure ECO-stress o scintigrafia miocardica con test al dipiridamolo);
- Studio della retina (una retinopatia proliferativa predispone alle emorragie retiniche sotto sforzo);
- Ecocolordoppler cardiaco e dei tronchi sovra-aortici;
- Doppler arterioso degli arti inferiori;
- Glicemia frazionata prima, durante e dopo attività fisica, all'inizio del programma (per evitare pericolose ipoglicemie), modificando eventualmente dieta e dosaggio insulinico o di antidiabetici orali (in pazienti che ne fanno uso);
- Valutazione della sensibilità (la neuropatia, e quindi la ridu-

- zione della sensibilità al dolore, potrebbe portare a riconoscere tardivamente lesioni cutanee);
- È importante che il soggetto porti con sé una scorta di carboidrati (preferibilmente caramelle ad alto contenuto di fruttosio, che mantiene il livello della glicemia più costante rispetto al glucosio).

BIBLIOGRAFIA

1. Whit F, Rafique G: Diabetes prevalence and projections in south Asia. *Lancet* 360: 804-805, 2002.
2. Carle F, Gesuita R et al.: Diabetes incidence in 0- to 14- year age-group in Italy: a 10- year prospective study. *Diabetes Care* 27: 2790-2796, 2004.
3. Gerich Je.: The genetic basis of type 2 diabetes mellitus: impaired insulin secretion versus impaired insulin sensitivity. *Endocr Rev* 19: 491-503, 1998.
4. Wild S, Roglic G et al.: Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 27: 1047-1053, 2004.
5. Pan XR, Li GW et al.: Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and diabetes Study. *Diabetes Care* 20: 537-544, 1997.
6. Di Loreto C, Fanelli C et al.: Validation of a counseling strategy to promote the adoption and the maintenance of physical activity by type 2 diabetic subjects. *Diabetes Care* 26: 404-408, 2003.
7. Tuomilehto J, Lindstrom J et al.: Prevention of type 2 diabetes by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 344: 1343-1350, 2001.
8. The diabetes prevention program research group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346: 393-403, 2002.
9. Church TS, Cheng YJ et al. exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. *Diabetes Care* 27: 83-88, 2004.
10. Wei M, Gibbons LW et al. Low cardiorespiratory fitness and physical inactivity as predictors of mortality in men with type 2 diabetes. *Ann Intern Med* 132: 605-611, 2000.

11. Hu FB, Stampfer MJ et al. Physical activity and risk for cardiovascular events in diabetic women. *Ann Intern Med* 134: 96-105, 2001.
12. Ivy JL. Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Sports med* 24: 321-336, 1997.
13. Dunstan DW, Daly RM et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 25: 1729-1736, 2002.
14. Castaneda C, Layne JE et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes care* 25: 2335-2341, 2002.
15. Snowling NJ, Hopkins WJ. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care* 29: 2518-2527, 2006.
16. Hays LM, Clark DO. Correlates of physical activity in a sample of older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 22: 706-712, 1999.
17. Zinman B, Ruderman N et al. American Diabetes Association. Physical activity/exercise and diabetes. *Diabetes Care* 27 (suppl 1): s58-s62, 2004.

CAPITOLO VI

ATTIVITÀ FISICA E TUMORI

Introduzione

Il cancro, definito oggi come la “malattia del secolo”, rappresenta in Italia la seconda causa di morte dopo le malattie cardiovascolari (Tab.I.VI; Tab.II.VI).

PRINCIPALI CAUSE DI MORTE IN ITALIA	PERCENTUALE
Malattie cardiovascolari	44,2
Cancro	26,5
Altre malattie croniche	23,4
Traumi	4,1
Malattie trasmissibili	3,9

Tab. I.VI. Principali cause di morte in Italia (OMS, 2009)

CLASSIFICAZIONE DEI TUMORI PIÙ FREQUENTI IN ITALIA:	
UOMINI:	DONNE:
1) polmone, trachea, bronchi	1) mammella
2) colon-retto	2) colon-retto
3) prostata	3) utero
4) vescica	4) polmone, linfoma multiplo
5) stomaco	5) ovaio
6) fegato	6) stomaco
7) linfoma multiplo, mieloma	7) melanoma
8) leucemia	8) leucemia
9) pancreas	9) pancreas

Tab. II.VI. Tumori più frequenti nei due sessi, in Italia (OMS, 2009)

Dati statistici hanno rilevato che ogni anno nel nostro paese si verificano circa 275.000 nuovi casi di cancro e 154.000 decessi.

È stata notata una maggiore incidenza della malattia cancerosa nel sesso maschile anche se con il passare degli anni si sta verificando un aumento del rischio nelle donne e una diminuzione negli uomini, dovuto probabilmente al fumo.

Facendo una suddivisione tra nord e sud i dati indicano che il rischio oncologico per tutti i tumori delle regioni del sud, storicamente più basso, si sta avvicinando a quello delle regioni del nord, soprattutto per i maschi.

Pur tenendo conto dell'aumento dei casi a causa dell'invecchiamento della popolazione, è grave sapere che la maggior parte di questi potevano essere evitati se i soggetti avessero adottato uno stile di vita più sano e si fossero sottoposti a regolari esami diagnostici di prevenzione.

A questo scopo nel 1986 i paesi della Comunità Europea hanno approvato per i loro cittadini una serie di regole da seguire per garantire una migliore prevenzione dei tumori. Queste regole, periodicamente aggiornate, prendono il nome di **“Decalogo europeo contro il cancro”**, (Tab. III.VI).

TABELLA III.VI. DECALOGO EUROPEO CONTRO IL CANCRO
1) <u>Non fumare</u> . Se fumi, smetti il più presto possibile e non fumare in presenza di altri. Se non fumi, non provare a farlo
2) Se bevi <u>alcolici</u> , birra, vino o liquori, moderane il consumo
3) Aumenta il consumo quotidiano di <u>verdure e frutta fresca</u> . Mangia spesso cereali ad alto contenuto di fibre
4) Evita l' <u>eccesso di peso</u> , aumenta l'attività fisica e limita il consumo di grassi
5) Evita l' <u>esposizione eccessiva al sole</u> ed evita scottature, soprattutto nell'infanzia
6) Attieniti strettamente alle norme che invitano a non esporsi alle sostanze conosciute come <u>cancerogene</u> . Rispetta tutte le istruzioni di igiene e di sicurezza per le sostanze cancerogene
Molti più canceri possono essere curati se diagnosticati tempestivamente
7) Consulta un medico se noti un rigonfiamento, una lesione che non guarisce (anche in bocca), un <u>neo</u> che cambia forma, dimensioni o colore, o qualunque emorragia anormale
8) Consulta un medico se presenti <u>continui problemi</u> quali tosse o raucedine persistenti, un mutamento delle abitudini intestinali o urinarie o una perdita inspiegabile di peso
Per le donne
9) Effettuate regolarmente uno <u>striscio vaginale</u> . Partecipate ai programmi organizzati di screening del cancro del collo dell'utero
10) Sorvegliate regolarmente il vostro <u>seno</u> . Partecipate ai programmi organizzati di screening mammografico se avete più di 50 anni

L'attività fisica, come norma sanitaria, rientra dunque nel campo della prevenzione primaria.

A partire dall'ultimo decennio del secolo scorso sono state eseguite numerose ricerche per valutare gli effetti dell'attività fisica sulla malattia neoplastica ed è risultato che essa produce innegabilmente benefici su alcune funzioni dell'organismo che sembrano influenzare l'insorgenza di alcuni tipi di tumori; tra questi la motilità intestinale, la produzione di ormoni, il bilancio energetico, la produzione di antiossidanti e la riparazione del DNA.

Naturalmente l'esercizio fisico deve essere associato ad un corretto stile di vita, evitando cioè diete ricche di grassi e consumo di alcol e tabacco.

Generalità

A partire dalla seconda metà del ventesimo secolo, con l'avvento dell'urbanizzazione e dell'industrializzazione, abbiamo assistito ad una progressiva e rapida riduzione del livello generale di attività fisica delle popolazioni dei paesi sviluppati. Questo si è verificato soprattutto nei paesi a più alto reddito e principalmente nelle aree urbane dove, sia in ambito domestico che lavorativo, l'utilizzo di macchinari ha progressivamente sostituito molte delle attività che prima venivano svolte manualmente, e dove la diffusione capillare di mezzi di trasporto a motore ha ridotto in modo drastico l'abitudine a camminare o a spostarsi in bicicletta. In questo scenario diventano quindi sempre più importanti, per il mantenimento di un buon livello di attività fisica, le attività svolte dalle persone durante il tempo libero. Ma anche in questo caso, attività sedentarie come il guardare la televisione vengono spesso preferite alle attività di tipo sportivo o che comunque comportano un'attività fisica. In generale le stesse popolazioni hanno mantenuto consumi alimentari caratterizzati da una elevata assunzione di calorie totali, non più giustificata dal ridotto dispendio energetico, e si è assistito ad una progressiva diffusione del sovrappeso e dell'obesità. I tre fattori at-

tività fisica, assunzione calorica e peso corporeo sono infatti strettamente legati tra loro.

Fin dai primi anni '90 numerosi studi hanno fornito evidenze complessivamente coerenti che mostrano o suggeriscono come un'attività fisica regolare abbia un effetto protettivo nei confronti di alcuni tipi di tumore¹. In alcuni casi è anche documentata una relazione dose/risposta rispetto alla durata delle sessioni di attività fisica, alla loro intensità e alla continuità negli anni².

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC, Lione), nell'ambito di un programma sistematico di revisione della letteratura scientifica, ha stimato che nel 2002 circa un quarto dei tumori a carico del colon, mammella, endometrio, esofago e rene erano da attribuirsi a sovrappeso, obesità e insufficiente attività fisica. La IARC ha inoltre stimato che, nei paesi dell'Unione Europea, circa 21.000 casi di tumore del colon e 13.000 casi di tumore della mammella potrebbero essere evitati ogni anno mantenendo un normale peso corporeo³.

Il World Cancer Research Found di Londra, in collaborazione con l'American Institute for Cancer Research, ha pubblicato nel 2007 il 2° Rapporto "Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer"¹. Questo testo riporta i risultati di una ampia revisione della letteratura disponibile effettuata allo scopo di valutare in modo critico e standardizzato il ruolo dei vari aspetti dell'alimentazione e della attività fisica nella prevenzione dei principali tipi di tumori.

Per quanto riguarda i tumori colon-rettali sono stati esaminati in tutto 38 studi di coorte (anni 1976-2005) riguardanti il ruolo dell'attività fisica totale, occupazionale o ricreazionale nell'insorgenza e/o nella progressione di questi tumori.

Tali studi hanno fornito abbondanti evidenze epidemiologiche a supporto del ruolo protettivo dell'attività fisica, suggerendo l'esistenza di un effetto dose/risposta sia per la frequenza che per l'intensità con le quali viene praticata. Nel 2006 è stato inoltre pubblicato uno studio europeo con i risultati forniti da una serie di coorti con circa 400mila adulti partecipanti al progetto EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition),

di cui oltre 47.000 in 5 centri italiani. Tale studio, con oltre 1.500 casi di tumore identificati a quel momento, ha dato ulteriore conferma di una riduzione del rischio di tumore del colon associata con un livello aumentato di attività fisica⁴.

Per quanto riguarda i tumori della mammella, sempre nello stesso volume "Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer"¹, sono stati esaminati 42 tra studi di coorte e studi caso-controllo (anni 1994-2006).

Gli studi prospettici hanno fornito, sebbene con alcune eterogeneità, evidenze a supporto di una riduzione del rischio di tumore della mammella in donne in post-menopausa con elevati livelli di attività fisica, anche con una relazione dose-risposta. Nel corso del 2007 è stato poi pubblicato uno studio europeo coinvolgente circa 300 mila donne in pre- e post-menopausa (di cui oltre 30.000 italiane) facenti parte del progetto EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition). Tale studio, basato su oltre 3.400 casi di nuova diagnosi, ha fornito un'ulteriore evidenza dell'effetto protettivo della attività fisica totale sul tumore della mammella. In particolare è emersa una riduzione significativa del rischio associata all'effettuazione di attività fisica nell'ambito domestico in donne in pre- o post-menopausa⁵.

Numerosi studi caso-controllo e prospettici hanno stimato una riduzione media del 20-40% del rischio nelle donne che svolgono almeno mezz'ora di attività sportiva o di ginnastica al giorno, rispetto alle donne sedentarie. L'evidenza è meno consistente nelle donne in età fertile per le quali alcuni studi non mostrano un effetto protettivo⁶⁻⁸.

Anche per il tumore dell'endometrio, che condivide con il tumore della mammella una serie di aspetti epidemiologici e di meccanismi patogenetici, le evidenze di un effetto protettivo della attività fisica sono supportati da numerosi studi¹.

Alcuni studi prospettici e caso controllo suggeriscono un effetto protettivo dell'attività fisica sul tumore del pancreas che potrebbe essere mediato dall'effetto di questa sul peso corporeo, essendo l'obesità uno dei pochi fattori di rischio riconosciuti per questo tumore.

Dall'esame degli studi che hanno valutato il rapporto tra attività fisica e tumore del polmone emergono evidenze di un'associazione inversa tra livelli elevati di attività fisica e rischio di questo tumore. Tuttavia gli estensori del Rapporto 2007 del WCRF sottolineano che non sono stati ipotizzati ad oggi meccanismi plausibili specifici per questa associazione e d'altra parte è nota la possibile associazione tra l'abitudine al fumo, che è il fattore di rischio di gran lunga più importante per questo tumore, e un ridotto livello di attività fisica¹.

Il World Cancer Research Fund utilizzando una griglia di criteri definiti a priori, ha complessivamente valutato l'attività fisica come un fattore protettivo "convincente" per i tumori colorettali e "probabile" per il tumore della mammella in donne in post-menopausa e per il tumore all'endometrio, anche con effetto dose/risposta. Ci sono poi evidenze "limitate" di un effetto protettivo per i tumori del polmone, del pancreas e della mammella in donne in pre-menopausa¹.

Il livello medio di attività fisica di un soggetto durante un'intera giornata viene espresso come "Physical Activity Level" (PAL, in italiano noto come LAF, ovvero Livello di Attività Fisica) ed è calcolato come rapporto tra il dispendio energetico totale durante la giornata e il dispendio energetico calcolato come necessario per il mantenimento del metabolismo basale in un individuo con quelle determinate caratteristiche (sesso, età, peso) ⁹.

I metodi e le problematiche relative alla raccolta delle informazioni riguardanti l'attività fisica dei soggetti partecipanti agli studi sono molteplici. Nella maggior parte dei casi, e soprattutto negli studi osservazionali di tipo prospettico o negli studi trasversali (cross-sectional), vengono utilizzati questionari, auto-somministrati o somministrati con l'aiuto di operatori opportunamente addestrati, contenenti una serie di domande più o meno dettagliate sul tipo di attività svolte dal soggetto durante la giornata e sulla relativa frequenza, durata, intensità e circostanze in cui si verificano (ad esempio camminare nel tempo libero o camminare per raggiungere il posto di lavoro). È molto importante in questo ambito lo sviluppo e quindi l'utilizzo diffuso di questionari vali-

dati e standardizzati in modo da rendere confrontabili tra di loro i singoli studi. Inoltre, soprattutto in studi di dimensione ridotte o studi di intervento, possono essere utilizzati metodi strumentali di misurazione dell'attività fisica, quali contapassi e accelerometri, oppure test di fitness cardio-polmonare (ad es. prima e dopo uno specifico programma di intervento). Ovviamente questi metodi oggettivi di misura del livello di attività fisica, sia per i costi elevati che per la maggiore complessità di applicazione, sono più difficilmente utilizzabili in studi di dimensioni molto ampie¹⁰, anche se esiste una diffusa consapevolezza che in effetti potrebbero dare un contributo rilevante al miglioramento della corretta classificazione dei profili individuali.

Ipotesi biologiche

I meccanismi biologici attraverso i quali l'attività fisica può interferire con l'insorgenza o la progressione dei tumori sono molteplici e intimamente correlati tra loro. Si deve innanzitutto considerare che in seguito ad un aumento dell'attività fisica si può assistere ad una diminuzione del peso corporeo, che già di per sé agisce come fattore protettivo nei confronti della maggior parte dei tumori e di altre importanti patologie croniche come quelle coinvolte nella sindrome metabolica.

Nella tabella sottostante (tab.IV.VI) sono riportati i principali meccanismi attraverso i quali si suppone che l'attività fisica possa agire sull'insorgenza o sullo sviluppo dei tumori¹⁰:

Meccanismo	Tumori potenzialmente influenzati dal meccanismo
Ormoni sessuali steroidei	Mammella, endometrio, prostata
Insulina, glucosio	Colon, mammella, pancreas e altri tumori connessi all'obesità come esofago, rene, tiroide ed endometrio
Infiammazione	Molti tipi di tumori
Adipochine	Tumori legati all'obesità

Tabella IV.VI. Modificata da "McTiernan A. Mechanisms linking physical activity with cancer. Nat Rev Cancer 2008"¹⁰.

Ormoni sessuali

Per quanto riguarda i tumori ormono-sensibili, fino ad oggi è stato documentato, nelle donne in post-menopausa, un probabile effetto protettivo dell'attività fisica per il tumore della mammella e per il tumore dell'endometrio. Tale effetto è meno chiaro nelle donne in pre-menopausa¹. Nelle donne in post-menopausa la maggior parte degli estrogeni viene prodotta nel tessuto adiposo a partire dai precursori androgeni ad opera dell'enzima aromatasi periferica. Un elevato livello di attività fisica, che comporta cambiamenti nella composizione corporea riducendo il tessuto adiposo, è quindi associato a più basse concentrazioni sieriche di estradiolo ed estrone. In numerosi studi (prevalentemente con disegno di tipo cross-sectional) condotti su donne in post-menopausa, sono state in effetti riscontrate ridotte concentrazioni sieriche di estradiolo, estrone e androgeni nelle donne con più alti livelli di attività fisica¹¹⁻¹³. Un recente trial di intervento randomizzato condotto in donne in post-menopausa, obese o in sovrappeso e sedentarie per valutare l'effetto di un intervento di un anno di modificazione dell'attività fisica (45 minuti di attività fisica moderata per 5 giorni alla settimana) ha confermato questi effetti soprattutto nelle donne nel braccio di intervento che avevano anche perso peso suggerendo che la maggiore protezione potrebbe essere legato ad entrambi gli aspetti¹⁴⁻¹⁶.

Nelle donne in pre-menopausa la diminuzione dei livelli di ormoni sessuali steroidei in seguito all'attività fisica è citata come potenziale meccanismo responsabile di una riduzione del rischio di tumore della mammella¹⁷. In queste donne la riduzione dei livelli di estrogeni ed androgeni circolanti in relazione all'attività fisica è da attribuirsi soprattutto agli effetti di quest'ultima sull'età al menarca e sul ciclo mestruale che sono a loro volta conseguenza di un bilancio energetico negativo. Infatti solo programmi di allenamento di particolare intensità o combinati a restrizioni caloriche nella dieta possono condurre a disfunzioni mestruali capaci di ridurre in modo significativo l'esposizione a tali ormoni¹⁸⁻²⁰.

Negli uomini è stato ipotizzato un effetto protettivo, non an-

cora accertato, dell'attività fisica sul tumore della prostata mediato da una riduzione dei livelli di testosterone¹. Negli atleti sono state infatti riscontrate concentrazioni ridotte di testosterone che comunque si manifestano solo in conseguenza di un'attività fisica di frequenza o di intensità particolarmente elevate²¹.

Ormoni metabolici

L'insulino resistenza è stata associata ad un rischio aumentato di tumore della mammella, dell'endometrio, del colon e del pancreas. L'insulina può infatti promuovere lo sviluppo di tumori attraverso la stimolazione della proliferazione cellulare e l'inibizione dell'apoptosi²². Inoltre può influenzare la sintesi e la biodisponibilità degli ormoni sessuali.

Tra i numerosi effetti dell'attività fisica sull'organismo due dei più importanti sono il miglioramento della sensibilità all'insulina e il miglioramento dell'uptake di glucosio da parte del muscolo scheletrico con conseguente riduzione dei livelli di insulina^{23,24}.

L'effetto dell'attività fisica sul miglioramento della sensibilità all'insulina sembra inoltre almeno parzialmente indipendente dai cambiamenti di peso e di composizione corporea associati con l'attività fisica²⁵.

Mediatori dell'infiammazione

Aumentati livelli di fattori pro-infiammatori e diminuzione di fattori anti-infiammatori, sono stati correlati ad un aumentato rischio tumorale²⁶. Sebbene con meccanismi non ancora chiariti l'attività fisica, sia da sola che in combinazione con la riduzione del peso corporeo o il cambiamento della composizione corporea, può ridurre l'infiammazione a livello sistemico, riducendo la produzione di citochine infiammatorie nel tessuto adiposo^{27, 28}.

Adipochine

Alcuni studi osservazionali hanno rilevato una associazione tra

diminuzione dei livelli di adiponectina (fattore anti-infiammatorio), valori elevati di IMC, percentuale di grasso corporeo e circonferenza addominale²⁷.

Inoltre in studi di intervento sull'attività fisica si è riscontrato un aumento dell'adiponectina in soggetti con significativa perdita di peso²⁹. Il ruolo dell'obesità, in generale e dei fattori ad essa collegati, nella genesi dei tumori è stata recentemente rivista in modo esaustivo³⁰.

Altri meccanismi

Tra i meccanismi ipotizzati per l'effetto protettivo dell'attività fisica vi è anche quello relativo ad un possibile effetto immunomodulante legato sia all'intensità che alla durata dell'attività. In particolare è riportato un effetto immunostimolante dell'esercizio fisico costante di moderata intensità¹⁰.

Un altro meccanismo ipotizzato, specifico per i tumori del colon retto, è l'aumento della motilità intestinale che ha come conseguenza la riduzione del tempo di transito intestinale e quindi una minore esposizione delle mucose del colon e del retto a sostanze cancerogene¹⁷.

Conclusioni

Le evidenze sul ruolo dell'attività fisica come fattore protettivo rispetto allo sviluppo dei tumori più frequenti nei paesi industrializzati sono numerose, anche se permangono ancora incertezze sull'intensità, la frequenza e la tipologia di esercizio fisico che comporta maggiori benefici, nonché sul periodo della vita in cui livelli elevati di attività fisica hanno la maggiore capacità di modulare il rischio di tumore. Ulteriori studi osservazionali e, soprattutto, di intervento (ad esempio veri e propri trial randomizzati) saranno utili per chiarire meglio questi aspetti nonché i meccanismi tramite cui l'attività fisica agisce. Le più recenti linee guida a livello internazionale e nazionale suggeriscono la pro-

mozione di uno stile di vita attivo a qualsiasi età e quindi possibilmente fino dall'infanzia ed in particolare nell'adolescenza, anche considerando l'effetto protettivo su altre patologie cronico-degenerative. Almeno un'ora al giorno di attività fisica di intensità moderata, ad esempio camminare, appare già determinare un beneficio nei soggetti con una occupazione sedentaria, che rappresentano la grande maggioranza nelle popolazioni occidentali. Altre attività più vigorose, anche di tipo sportivo, ovviamente in accordo con le capacità e le possibilità individuali, possono determinare un beneficio aggiunto. Le strategie più efficaci per raggiungere questi obiettivi non sono ancora state identificate e probabilmente sono diverse nei vari ambiti socio-culturali del nostro stesso paese, venendosi così a definire un'area di interesse prioritario per la ricerca nel settore della prevenzione primaria. Il programma nazionale "Guadagnare Salute"³¹ ha incluso come prioritaria la linea "Guadagnare salute rendendo più facile muoversi e fare attività fisica" mirata ad incrementare l'attività fisica della popolazione italiana.

In generale, i programmi di prevenzione oncologica rivolti alla popolazione generale dovrebbero prevedere interventi strutturati per promuovere l'attività fisica strettamente integrati con le altre iniziative di sanità pubblica mirate alla prevenzione delle altre patologie cronico-degenerative. Tali sinergie potrebbero contribuire a facilitare la diffusione di stili di vita più corretti, con interventi caratterizzati da ridotte controindicazioni e costi accettabili.

BIBLIOGRAFIA

1. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition Physical Activity and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC: AICR, 2007.
2. Thune I and Furberg AS. Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: S530–S550.
3. Weight control and physical activity. IARC Handbooks of cancer prevention. Vol. 6, Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2002.
4. Friedenreich C, Norat T, Steindorf K, Boutron-Ruault MC, Pischon T, Mazuir M, Clavel-Chapelon F, Linseisen J, Boeing H, Bergman M, Johnsen NF, Tjønneland A, Overvad K, et al. Physical Activity and Risk of Colon and Rectal Cancers: The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2006; 15: 2398-2407.
5. Lahmann PH, Friedenreich C, Schuit AJ, Salvini S, Allen NE, Key TJ, Khaw KT, Bingham S, Peeters PH, Monninkhof E, Bueno-de-Mesquita HB, Wirfalt E, et al. Physical activity and breast cancer risk: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007; 16: 36-42.
6. Margolis KL, Mucci L, Braaten T, Kumle M, Trolle Lagerros Y, Adami HO, Lund E, Weiderpass E. Physical activity in different periods of life and the risk of breast cancer: the Norwegian-Swedish Women's Lifestyle and Health cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14: 27-32.
7. Colditz GA, Feskanich D, Chen WY, Hunter DJ, Willett WC. Physical activity and risk of breast cancer in premenopausal women. *Br J Cancer* 2003; 89: 847-851.
8. Friedenreich CM, Bryant HE, Courneya KS. Case-control

- study of lifetime physical activity and breast cancer risk. *Am J Epidemiol* 2001; 154: 336-347.
9. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. 1985.
 10. McTiernan A. Mechanisms linking physical activity with cancer. *Nat Rev Cancer* 2008; 8: 205-11.
 11. McTiernan A, Wu L, Chen C, Chlebowski R, Mossavar-Rahmani Y, Modugno F, Perri MG, Stanczyk FZ, Van Horn L, Wang CY; Women's Health Initiative Investigators. Relation of BMI and physical activity to sex hormones in postmenopausal women. *Obesity (Silver Spring)* 2006; 14: 1662-1677.
 12. Chan MF, Dowsett M, Folkerd E, Bingham S, Wareham N, Luben R, Welch A, Khaw KT. Usual physical activity and endogenous sex hormones in postmenopausal women: the European prospective investigation into cancer - Norfolk population study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007; 16: 900-905.
 13. Verkasalo PK, Thomas HV, Appleby PN, Davey GK, Key TJ. Circulating levels of sex hormones and their relation to risk factors for breast cancer: a cross-sectional study in 1092 pre- and postmenopausal women (United Kingdom). *Cancer Causes Control* 2001; 12: 47-59.
 14. Irwin ML, Yasui Y, Ulrich CM, Bowen D, Rudolph RE, Schwartz RS, Yukawa M, Aiello E, Potter JD, McTiernan A. Effect of exercise on total and intra-abdominal body fat in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *JAMA* 2003; 289: 323-330.
 15. McTiernan A, Tworoger SS, Ulrich CM, Yasui Y, Irwin ML, Rajan KB, Sorensen B, Rudolph RE, Bowen D, Stanczyk FZ, Potter JD, Schwartz RS. Effect of exercise on serum estrogens in postmenopausal women: a 12-month randomized clinical trial. *Cancer Res* 2004; 64: 2923-8.
 16. McTiernan A, Tworoger SS, Rajan KB, Yasui Y, Sorenson B, Ulrich CM, Chubak J, Stanczyk FZ, Bowen D, Irwin ML, Rudolph RE, Potter JD, Schwartz RS. Effect of exercise on serum androgens in postmenopausal women: a 12-month randomi-

- zed clinical trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2004; 13: 1099-1105.
17. McTiernan A., Ulrich C, SlateS, Potter J. Physical activity and cancer etiology: associations and mechanisms. *Cancer Causes Control* 1998; 9: 487-509.
 18. Loucks, A. B. Energy availability, not body fatness, regulates reproductive function in women. *Exerc. Sport Sci Rev* 2003; 31: 144-148
 19. Loucks AB, Redman LM. The effect of stress on menstrual function. *Trends Endocrinol Metab* 2004; 15: 466-471.
 20. Williams NI, Helmreich DL, Parfitt DB, Caston-Balderrama A, CameronJL. Evidence for a causal role of low energy availability in the induction of menstrual cycle disturbances during strenuous exercise training. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86: 5184-5193.
 21. De Souza MJ, Miller BE. The effect of endurance training on reproductive function in male runners. A 'volume threshold' hypothesis. *Sports Med* 1997; 23: 357-374.
 22. Kaaks R, Lukanova A. Energy balance and cancer: the role of insulin and insulin-like growth factor-I. *Proc Nutr Soc* 2001; 60:91-106.
 23. Frank LL, Sorensen BE, Yasui Y, Tworoger SS, Schwartz RS, Ulrich CM, Irwin ML, Rudolph RE, Rajan KB, Stanczyk F, Bowen D, Weigle DS, et al. Effects of exercise on metabolic risk variables in overweight postmenopausal women: a randomized clinical trial. *Obes Res* 2005; 13: 615-625.
 24. Ross R, Janssen I, Dawson J, Kungl AM, Kuk JL, Wong SL, Nguyen-Duy TB, Lee S, Kilpatrick K, Hudson. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. *Obes Res* 2004; 12: 789-798.
 25. Duncan GE, Perri MG, Theriaque DW, Hutson AD, Eckel RH, Stacpoole PW. Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. *Diabetes Care* 2003; 26: 557-562.
 26. Il'yasova D, Colbert LH, Harris TB, Newman AB, Bauer DC,

- Satterfield S, Kritchevsky SB. Circulating levels of inflammatory markers and cancer risk in the health aging and body composition cohort. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14: 2413–2418.
27. Campbell KL, McTiernan A. Exercise and biomarkers for cancer prevention studies. *J Nutr* 2007; 137: 161S-9S.
 28. Wetmore C M, Ulrich C M. in *Cancer Prevention and Management through Exercise and Weight Control* (ed. McTiernan, A.) CRC Taylor Francis, Boca Raton, 2006: 157–175.
 29. Esposito K, Pontillo A, Di Palo C, Giugliano G, Masella M, Marfella R, Giugliano D. Effect of weight loss and lifestyle changes on vascular inflammatory markers in obese women: a randomized trial. *JAMA* 2003; 289: 1799–1804.
 30. Pischon T, Nothlings U, Boeing H. Obesity and cancer. *Proc Nutr Soc* 2008; 67: 128–145.
 31. Guadagnare Salute www.ministerosalute.it/stiliVita/stiliVita.jsp

CAPITOLO VII

ATTIVITÀ FISICA, TONO DELL'UMORE E BENESSERE PSICOLOGICO

Introduzione

Nell'affrontare i temi ed i problemi della salute e della malattia un rilevante cambiamento di paradigma è costituito dall'approccio della promozione della salute, fondato sull'evidenza che i fattori che la determinano sono connessi a variabili genetiche e biologiche, o agli interventi terapeutici istituiti in caso di malattia, ma anche (se non maggiormente) a variabili ambientali.

Le condizioni dell'ambiente sociale e fisico, i fattori individuali quali sistemi emotivi, cognitivi, comportamenti e stili di vita influenzano significativamente lo stato di salute.

In tale prospettiva si vuole considerare, seppur brevemente, il ruolo dell'attività fisica su una delle componenti fondamentali del costrutto di salute: la salute o benessere mentale e/o psicologico. È infatti consapevolezza scientifica dell'era moderna l'opinione che l'attività fisica favorisca la funzionalità corporea e incida sulla qualità della vita, sullo stato di salute e sul benessere globale dell'individuo, anche nella sua dimensione psicologica^{1,2,3,4}.

Il ruolo significativo che l'attività fisica svolge nel mantenimento della condizione di salute, quale dato acquisito, trova conferma in una serie di indicazioni e raccomandazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità che, in un suo documento preliminare del progetto "Move for Health"⁵ rileva che circa due milioni di persone muoiono ogni anno in seguito a patologie conseguenti

all'inattività fisica o alla sedentarietà⁶. E diviene quasi superfluo ricordare come l'attività fisica sia inclusa fra le raccomandazioni di molte linee guida in materia di prevenzione di diverse patologie acute e croniche cardiovascolari, endocrine, metaboliche, osteo-articolari.

Se numerosi e supportati da una ricca letteratura scientifica ed evidenza clinica sono gli effetti di ordine fisiologico, funzionale, metabolico, non così evidenti e noti sono a tutt'oggi gli effetti dell'attività fisica sul benessere mentale e psicologico. Tuttavia la letteratura negli ambiti psichiatrico, psicologico e psico-sociale sembra dimostrare che l'attività fisica migliori il benessere psicologico, le funzionalità mentali e la gestione dello stress come riporta Biddle in un testo del 2000⁴. Tutti gli studi condotti sono mirati per lo più a valutare la relazione fra l'attività fisica e diversi aspetti o dimensioni, del benessere psicologico quali -in particolare- stress⁸, depressione¹⁴, stato dell'umore^{4,15}, autostima¹⁶ e performances cognitive⁴.

Analizzando i dati emersi si intende di seguito fornire uno sguardo d'insieme che, oltre a scomporla nei suoi aspetti, valuti in modo globale il benessere psicologico e i benefici che su questo sono attribuibili all'attività fisica. A tal fine si rendono necessarie alcune preliminari precisazioni terminologiche e definizioni che talora differenziano l'uso dello stesso termine in ambiti e discipline diverse.

Alcune definizioni

Corpo

Se corpo e movimento hanno giocato sempre nella storia dell'uomo, un ruolo fondamentale, per le scienze psicologiche il corpo trascende dal suo essere organismo biologico, il corpo psicologico rappresenta una componente imprescindibile ed integrata dell'identità individuale¹⁷.

Nel corpo dell'Uomo è scritta la sua storia, col corpo esperisce ed esprime la sua vita, tanto che "... lo psicotico non può entrare

nella sua storia, perché, senza corpo, non dispone della sua identità, non sa più chi è..."¹⁸. Attraverso il corpo, la sua funzionalità e la sua attività l'uomo può giungere a conoscere ed esprimere parti di sé più facilmente che attraverso altri canali, quali il cognitivo o il simbolico. Ben noto a tal proposito è che proprio attraverso l'attività e il movimento del corpo il bambino esplora e conosce l'ambiente esterno e se stesso; il movimento rappresenta inoltre un importante fattore espressivo, ludico e di socializzazione. Non solo, l'uomo si forma un'immagine mentale di sé che entra a far parte del senso unitario della sua identità, così come forma una sua immagine corporea, cioè quel "quadro mentale che ci facciamo del nostro corpo, vale a dire il modo in cui il corpo appare a noi stessi"¹⁹. Questa immagine o, come definito nella sua prospettiva tridimensionale, schema corporeo non è una semplice rappresentazione mentale né una percezione statica bensì, al pari dei continui cambiamenti individuali e facendo parte del senso di sé, va incontro a strutturazioni e destrutturazioni continue. E queste ultime, benché attivate da processi psichici, non sono scindibili dall'oggettività del corpo biologico stesso.

Riconosciute quindi al corpo e al suo movimento funzioni espressive, conoscitive, identificative, relazionali e sociali si evince quanto il suo benessere e la sua funzionalità siano strettamente correlate ad una condizione di benessere psichico in una relazione che si può ben presupporre di reciprocità.

Attività fisica

L'Organizzazione Mondiale della Sanità definisce quale attività fisica ogni movimento corporeo prodotto all'apparato muscolo-scheletrico che richieda un dispendio energetico⁵. Questa definizione sgombra il campo da una serie di idee pregiudiziali che si è soliti associare al termine erroneamente inteso sinonimo di attività sportiva. Azioni quali camminare, salire le scale, giocare, correre, ballare, i semplici esercizi di stretching e di allungamento (quelli che compiamo, per esempio, al momento del risveglio o dopo aver assunto la stessa posizione per un tempo prolungato) costitui-

scono tutte attività che, se svolte per un'intensità e tempi adeguati, anche in funzione dell'età e di altri parametri fisiologici, e con regolarità, rispondono per definizione al concetto di attività fisica.

Ogni movimento inoltre può essere considerato secondo aspetti diversi dal più semplice, cioè motorio, a quello psicomotorio o, ancora, riferirsi al carattere di intenzionalità. Altrettanto diverse sono le prospettive che studiano i processi evolutivi del movimento neuromotoria, psicomotoria, cognitiva o espressiva. Interessante è la citazione di Shilder "Il movimento influenza così l'immagine corporea, conducendo dal cambiamento di essa a quello dell'atteggiamento psichico".

Molti degli studi presi in esame, differenziano le attività fisiche oggetto di interesse ma sembra evidente che tutte includano attività negli aspetti neuro e psicomotorio, con carattere di intenzionalità e, talora, cognitivo.

Benessere psicologico

Il costrutto di salute fa riferimento ad una condizione di piena efficienza funzionale che include le funzioni logiche, affettive, relazionali e sociali. È una condizione che varia con le fasi culturali, non può essere tipizzata in modo definitivo ed è qualcosa di più e d'altro rispetto all'assenza di malattia. Si può concordare con Galimberti nell'affermare che "se è specifico dell'uomo essere al mondo per decifrarne i significati attraverso un sistema di segni, ogni compromissione di questa capacità di lettura investe globalmente il suo stato di salute, che ha dunque riferimenti non solo organici, ma anche culturali"¹².

La salute psicologica quindi, al pari di quella fisica, non definita dall'assenza di disturbi o malattie, è un più complesso costrutto in cui confluiscono diverse dimensioni emotive, cognitive, comportamentali ed interpersonali quali autostima, autoefficacia, autenticità, corretta ed efficace percezione della realtà, coerenza del senso di sé, competenza relazionale e sociale. Ogni compromissione quindi di anche solo una di queste dimensioni può causare uno stato di disagio psicologico o di disturbo conclamato.

Ansia, depressione e stress sono le condizioni di malessere psichico che più frequentemente sono state oggetto di studi tesi ad individuarne le relazioni con l'attività fisica.

L'ansia è una condizione fisiologica e psicologica, emozionale, da considerare in molti casi fisiologica e funzionale al raggiungimento di un obiettivo, che va differenziata dall'angoscia che rappresenta la forma nevrotica o psicotica dell'ansia in cui particolarmente intense sono le manifestazioni somatiche. Questa distinzione si rende necessaria in quanto non esiste nelle lingue non latine e pertanto il termine anglosassone anxiety va inteso riferito alla condizione di 'tensione' già di livello quanto meno nevrotico.

Per depressione invece si intende un'alterazione del tono dell'umore verso forme di profonda tristezza, accompagnate da una riduzione dell'autostima e da un bisogno di autopunizione. Fasi depressive attraversano la vita di tutti in maniera episodica e comprensibile, per esempio quale reazione ad eventi tristi o luttuosi, con la consapevolezza della persona di potervi far fronte e superarle. Assume caratteristiche di disturbo psichico quando non vi è più tale consapevolezza o non è più controllabile.

Stress è da intendersi una reazione emozionale intensa ad una serie di stimoli esterni che attivano risposte fisiologiche e psicologiche adattive, Selye¹³ definisce lo stress quale "risposta non specifica dell'organismo ad ogni richiesta effettuata ad esso". La richiesta include una vasta gamma di stimoli definiti agenti o eventi stressanti di natura psico-fisiologica e psico-sociale (fisica, emozionale, interpersonale, sociale).

Si distingue inoltre lo stress fisiologico da quello psicologico, fortemente caratterizzato dalla componente emozionale, in cui la risposta dell'individuo dipende dalla valutazione cognitiva del significato dello stimolo. Per comprendere questa distinzione basti pensare al diverso significato che assume uno stesso evento per ognuno di noi, in base alle individuali caratteristiche di personalità, ai sistemi di valori e di priorità esistenziali personali, ai propri contesti sociali e culturali.

Effetti psicologici dell'attività fisica

Non sono del tutto chiariti i meccanismi attraverso cui l'attività fisica produce i suoi effetti sullo stato psicologico, ed esula dai nostri intenti l'analisi dei fondamenti psicofisiologici⁷.

In letteratura sono stati descritti, sia nella popolazione generale che in popolazioni cliniche, effetti relativi a diverse variabili o dimensioni psicologiche come illustrato nella seguente tabella, riportati da Taylor⁸ negli anni ottanta e confermati da studi successivi⁹ sino ai più recenti^{10,11}.

TABELLA I.VII. -	
Aumento	Riduzione
Performance di apprendimento	Assenteismo lavorativo
Assertività	Abuso di alcool
Fiducia in se stesso	Rabbia
Stabilità emotionale	Ansia
Indipendenza	Confusione
Funzioni intellettive	Depressione
Locus of control interno	Dismenorrea
Memoria	Cefalee
Aumento	Riduzione
Stati dell'umore	Ostilità
Percezione	Fobie
Apprezzamento sociale	Comportamenti psicotici
Immagine corporea positiva	Reazione allo stress
Self-control	Tensione
Soddisfazione sessuale	Comportamento Tipo A
Benessere	Errori sul lavoro
Efficienza lavorativa	

A uno o più di tali effetti si può ascrivere la valenza dell'attività fisica quale fattore di riduzione del rischio di insorgenza di taluni disturbi psicologici quali ansia^{20,21} e depressione²² di lieve e moderata gravità e la più adeguata ed efficace capacità di gestione dello stress.

Controversi e non supportati da evidenze scientifiche, benché ci sia una discreta letteratura, sono gli effetti di tipo terapeutico

sui disturbi di ansia³¹ e depressivi in popolazioni cliniche^{20,23,24,25}, nonché su popolazioni cliniche psichiatriche^{15,23,26}.

Una recente review²⁷ ha esaminato la letteratura scientifica apparsa dal 2006 al 2007 relativa a studi sull'associazione fra attività fisica e sintomi depressivi in persone adulte.

Gli studi, effettuati sia sulla popolazione generale che clinica, hanno portato a dati che sembrano suggerire che, in modo abbastanza costante, lo svolgere un'attività fisica di lieve o moderata intensità può essere considerato un fattore protettivo, se non chiaramente preventivo, contro l'insorgenza ed il mantenimento di sintomi depressivi. Va tuttavia ricordato, come gli stessi Autori hanno rilevato, che sono necessari ulteriori e più approfonditi studi per la valutazione e l'analisi del livello di attività, sia per intensità che per durata, da ritenersi ottimale ai fini di ridurre il rischio di depressione.

Un'altra rassegna anch'essa recente²⁰ ha esaminato gli studi mirati a valutare gli effetti preventivi e terapeutici dell'attività fisica sull'ansia e la depressione in soggetti di età dagli 11 ai 19 anni della popolazione generale. Tali studi riconoscerebbero all'attività fisica solo un modesto effetto nel ridurre i livelli di ansia e di depressione nella popolazione generale, senza differenza significativa rispetto all'intensità dell'esercizio.

In riferimento alle popolazioni cliniche gli autori non hanno rilevato dati sufficienti ed evidenti per trarre alcuna conclusione.

Riteniamo, concordando con questi ultimi autori, che pur attribuendo all'attività fisica una valenza 'protettiva' rispetto a taluni disagi e disturbi psichici, questa difficilmente può essere attualmente validata e supportata da evidenze se non considerandola quale fattore unitamente ad altri nell'ampio repertorio dei comportamenti che definiscono lo stile di vita.

Quale e quanta attività fisica

Le raccomandazioni internazionali e le linee guida di diverse società psichiatriche²⁸ in materia di prevenzione rispetto all'insor-

genza e le ricadute di disturbi psichici concordano con le indicazioni, peraltro non ufficiali, fornite dal WHO riguardo la prevenzione di molte malattie organiche.

Si possono ritenere di sicuro riferimento i livelli minimi di attività fisica richiesti per promuovere e mantenere uno stato di salute buono secondo le raccomandazioni fornite dall'American College of Sports Medicine²⁹ sulla scorta di un adattamento derivato da rassegne basate sull'evidenza:

- Attività fisica di moderata intensità
- Per almeno 30 minuti (60 minuti nei soggetti dai 5 ai 18 anni)
- Frequenza quotidiana o per almeno 5 giorni la settimana

La caratteristica che appare più significativa, ai fini preventivi, è la continuità^{3,10,30} piuttosto che il tipo³¹ e l'intensità dell'attività fisica³². Questo dato sottolinea ulteriormente che ogni strategia che l'uomo può mettere in essere per il proprio benessere non va intesa quale un intervento di emergenza o occasionale da effettuare una tantum, bensì che deve essere intesa quale parte di un più ampio 'set di abitudini' che caratterizzano lo stile di vita.

BIBLIOGRAFIA

1. Adams TB, Moore MT, Dye J. The relationship between physical activity and mental health in national sample of college females. *Women Health* 2007, 45(1): 69-85.
2. Macone D, Baldari C, Zelli A, Guidetti L. Music and physical activity in psychological well-being. *Percept Mot Skills* 2006, 103(1): 285-95.
3. Blair, SN. & Hardman, A. Special issue: Physical activity, health and well-being - an international scientific consensus conference. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1995, 66 (4).
4. Biddle, SJH., Fox, KR., & Boutcher, SH. Physical activity and psychological well-being. London: Routledge, 2000.
5. WHO Resolution WHA55.23: Diet, Physical Activity and Health. World Health Organisation, Geneve, 2000.
6. World Health Report 2002. Reducing risks, promoting healthy life. World Health Organisation, Geneve, 2002.
7. Paluska SA, Schwenk TL. Physical activity and mental health: current concepts. *Sports Med* 2000, 29(3): 167-80.
8. Taylor CB, Sallis JF, Needle R. The relation of physical activity and exercise to mental health. *Public Health Rep.* 1985, 100(2):195-202.
9. Nespor K, Csémy L. Psychotropic effects of physical activity. *Cas Lek Cesk.* 2006; 145(12): 916-7.
10. De Moor MH, Beem AL, Stubbe JH, Boomsma DI, De Geus EJ. Regular exercise, anxiety, depression and personality: a population-based study. *Prev Med.* 2006, 42(4): 273-9.
11. Saxena S, Ommeren MV, Tang KC, Armstrong TP. Mental health benefits of physical activity. *J Ment Health* 2005, 15: 445-51.
12. Galimberti U. *Enciclopedia di Psicologia*, Garzanti, Milano, 1999.

13. Selye H. (1971) *Stress senza paura*, Rizzoli, Milano, 1976.
14. Mutrie, N., Exercise as a treatment for moderate depression in the UK National Health Service. *Proceedings of Sport, Health Psychology and Exercise Symposium*, Sport Council and Health Education Authority, 1989. London, pp. 96-105.
15. Peluso MA, Guerra de Andrade LH. Physical activity and mental health: the association between exercise and mood. *Clinics* 2005, 60(1): 61-70.
16. Dishman RK., Hales DP., Derek P., Pfeiffer KA., Felton GA., Saunders DS., Dowda M, Pate RR. Physical self-concept and self-esteem mediate cross-sectional relations of physical activity and sport participation with depression symptoms among adolescent girls. *Health Psychology* 2006, 25(3): 396-407.
17. Galimberti U. *Il corpo*. Feltrinelli, Milano 1983.
18. Pankow G. *L'homme et sa psychose*, Aubier, Paris 1960. Tr.it. *L'uomo e la sua psicosi*. Feltrinelli, Milano 1977.
19. Schilder P. (1935-1950) *Immagine di sé e schema corporeo*. F. Angeli, Milano 1973
20. Larun L, Nordheim LV, Ekeland E, Hagen KB, Heian F. Exercise in prevention and treatment of anxiety and depression among children and young people (Review). *Cochrane Database Syst Rev.* 2006, 3: CD004691. DOI:10.1002/14651858.CD004691.pub2.
21. Merom D, Phongsavan P, Wagner R, Chey T, Marnane C, Steel Z, Silove D., Bauman A. Promoting walking as an adjunct intervention to group cognitive behavioural therapy for anxiety disorders. A pilot group randomized trial. *J Anxiety Disord.* 2007, 22(6): 959-68
22. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ* 2006, 174: 801-9.
23. Richardson CR, Avripas SA., Neal DL, Marcus SM. Increasing lifestyle physical activity in patients with depression or other serious mental illness. *J Psychiatr Pract* 2005, 11(6): 379-88.
24. Harris AH, Cronkite R, Moos R. Physical activity, exercise coping and depression in a 10-year cohort study of depressed patients. *J Affect Disord* 20006, 93(1-3): 79-85.

25. Lampinen P, Heikkinen RL, Kauppinen M, Heikkinen E. Activity as predictor of mental well-being among older adults. *Aging Ment Health* 2006, 10(5): 454-66.
26. Dubbert PM., White JD., Grothe KB., O'Jile J, Kirchner KA. Physical activity in patients who are severely mentally ill: feasibility of assessment for clinical and research applications. *Arch Psychiatr Nurs* 2006, 20(5): 205-9.
27. Teychenne M., Ball K., Salomon J. Associations between physical activity and depressive symptoms in women. *International J Behav Nutr and Physical Activity* 2008, 5(1): 27.
28. Ellis P. Royal Australian and New Zealand College of Psychiatrists Clinical Practice Guidelines Team for Depression. *Austr New Zeal J Psychiatry* 2004, 38: 389-407.
29. Burke SM, Carron AV, Eys MA. Physical activity context and university student's propensity to meet the guidelines Centers for Disease Control and Prevention/American College of Sports Medicine. *Med Sci Monit.* 2005 Apr;11(4):CR171-6. Epub 2005 Mar 24.
30. Asbury EA, Chandruangphen P, Collins P. The importance of continued exercise participation in quality of life and psychological well-being in previously inactive postmenopausal women: a pilot study. *Menopause* 2006; 13(4): 561-7.(Comment in: *Menopause.* 2006 Jul-Aug; 13(4): 544-5).
31. Phongsavan P, Merom D, Wagner R, Chey T, von Hofe B, Si-love D, Bauman A. Process evaluation in an designed to promote physical activity among adults with anxiety disorders: evidence of acceptability and adherence. *Health Promot J Austr* 2008, 19(2): 137-43.
32. Lee, I.M., & Skerrett, P.J. Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2001, 33, (Supp 6) S459-471.

CAPITOLO VIII

ATTIVITÀ FISICA IN ACQUA

Introduzione e definizione

È ormai opinione comune, nel mondo medico e in quello sportivo, che faccia bene nuotare, ma pochi si soffermano ad osservare gli esercizi che è possibile effettuare in vasca e a documentarne l'efficacia.

Le attività acquatiche, infatti, non si limitano esclusivamente all'insegnamento del nuoto e della tecnica sportiva: l'ambiente acquatico può trasformarsi nell'unico e indispensabile "attrezzo" che dà vita ad una ginnastica adattabile all'età e alle possibilità di ognuno.

Anche se l'attività motoria acquatica di cui parleremo si rivolge alla popolazione adulta ed anziana, è importante ricordare che da 0 a 100 anni è sempre possibile trarre beneficio dall'ambiente acquatico.

Prima di analizzare i principi meccanici e gli effetti benefici della ginnastica in acqua è opportuno darne una definizione, anche per chiarire sulle numerose terminologie che l'aspetto commerciale obbliga ad utilizzare nell'ambito dell'Acquafitness che si è diffuso in molte piscine a partire dagli anni Ottanta (Kasam, 1992)¹.

Per quanto riguarda la sua definizione possiamo dire che la Ginnastica in Acqua è una "tipologia di lezione che prevede l'esecuzione di esercizi al fine di migliorare il tono muscolare e la mobilità articolare, senza l'utilizzo della musica come elemento

determinante il tempo di esecuzione del gesto, e senza alcun tipo di intervento coreografico”².

Il fine principale di questa attività è sempre il raggiungimento dello stato di salute, e quindi di un “completo benessere fisico, mentale e sociale” (O.M.S.).

Non bisogna per questo confonderla con le altre attività motorie effettuabili in acqua come l'AcquaGym, l'Acqua Step, l'Acqua Bike, l'Acqua Training, l'Acqua Aerobica e l'Acqua Kickboxe.

Queste infatti non possono essere praticate da ogni persona di qualsiasi età, anche perchè gli obiettivi vanno oltre il benessere psicofisico e comprendono varie motivazioni, spesso non disgiunte dalla moda del momento e dal loro innegabile interesse ludico.

Caratteristiche dell'attività

Generalità

La ginnastica in acqua permette lo sviluppo di più capacità motorie in modo ottimale poiché si svolge in due elementi diversi, l'aria e l'acqua. Vi troviamo tutti gli esercizi che mirano al miglioramento di:

Capacità Condizionali

- resistenza
- forza

Capacità Coordinative

- coordinazione motoria
- apprendimento e controllo motorio
- orientamento spazio-temporale
- ritmo
- equilibrio
- mobilità articolare e flessibilità muscolare

Affinché queste capacità motorie possano essere sollecitate e migliorate, è necessario che tutti i movimenti delle estremità e del tronco siano effettuati sotto il livello dell'acqua, per sfruttare in modo ottimale le caratteristiche di resistenza e la spinta di Ar-

chimedede proprie del mezzo (spalle sotto il livello dell'acqua, con gambe che quindi si piegano quanto basta).

Le caratteristiche dell'ambiente in cui si svolge questa attività motoria acquatica accessibile ad ogni età, non devono essere trascurate. La piscina deve essere facilmente raggiungibile, arredata di servizi igienici, spogliatoi e vasche situate al piano terra. La vasca deve essere dotata di apposite scalette per l'ingresso in acqua. La temperatura ottimale dell'acqua è quella compresa tra i 30°C e i 32°C; è importante che la temperatura ambiente sia un po' più elevata in modo da evitare ogni raffreddamento eccessivo all'uscita dalla vasca (Imeroni, 1983)³.

I partecipanti devono indossare apposita cuffia, costume e adeguate ciabatte in gomma. L'attività si svolge con il corpo in posizione verticale e in acqua bassa (da 1 ad 1,5 m). È possibile effettuare una grande varietà di esercizi grazie all'appoggio dei piedi sul fondo vasca; anche se l'equilibrio rimane comunque precario per la presenza di vortici e risucchi creati dal movimento dell'acqua e a causa del continuo spostamento del baricentro al di fuori della base d'appoggio. Ecco che risulta molto importante lavorare sulla ricerca dell'equilibrio attraverso il costante mantenimento delle normali curve fisiologiche (posizione neutra del corpo). Il controllo della postura si ottiene con la pratica di esercizi di respirazione e di rilassamento corporeo, effettuati soprattutto nella prima fase della lezione.

La scelta delle vasche di acqua bassa dà la possibilità di partecipare anche a coloro che non sanno nuotare o che temono l'acqua alta.

Come supporto in alcuni esercizi si possono utilizzare vari attrezzi, come tubi galleggianti, manubri, palline e il bordo vasca come appoggio; anche se il vero attrezzo rimane sempre l'acqua.

Affinché la sorveglianza, e quindi la sicurezza, non siano compromesse, il gruppo dei partecipanti non dovrebbe essere superiore a 15 come numero, ed essere il più possibile omogeneo per età, caratteristiche e potenzialità fisiche; anche se molte volte l'eterogeneità dei componenti è positiva da un punto di vista sociale e psicologico e non costituisce, come nell'insegnamento del

nuoto, un intralcio ai loro progressi. L'istruttore deve utilizzare un linguaggio chiaro e comprensibile, essere in grado di spiegare, mostrare e far "sentire" i movimenti, assumendo una posizione sul piano vasca visibile a tutto il gruppo. È fondamentale poi che scenda in acqua ogni volta che è necessario, al fine di promuovere la corretta esecuzione dei movimenti e quindi la loro efficacia. Tutto nel rispetto dei tempi di apprendimento caratteristici di ognuno. Vista l'utenza di persone adulte e di anziani, a cui questa disciplina si rivolge, è importante che la frequenza delle sessioni settimanali e la durata di ogni seduta rientrino nelle linee guida tracciate dall'American College of Sport Medicine (A.C.S.M., 1998)⁴.

Frequenza delle sedute

La frequenza delle sedute consigliata è di 2-3 lezioni settimanali.

Durata delle sedute

La durata delle sedute consigliata è di 40-60 minuti di attività. Ogni seduta comprende tutti gli elementi necessari per la promozione della fitness.

Fasi delle sedute

Parte iniziale: riscaldamento

È una tappa dell'allenamento che non deve essere trascurata perché serve ad attivare la circolazione, ad abituarsi alla temperatura dell'acqua e a preparare il fisico al successivo lavoro più intenso. Dura in media dai 5 ai 10 minuti. Il primo obiettivo è l'"Ambientamento Generale" e il rilassamento che si ottengono con la graduale immersione del corpo, con movimenti rapidi di tutti i segmenti corporei per superare l'iniziale freddo dovuto alla differenza di temperatura, e con esercizi di respirazione. Solo se questa fase è rispettata si può passare alla successiva.

Parte centrale: componente aerobica, di forza e di mobilità articolare

È una parte specifica che ha una durata media di 30-35 minuti. Gli esercizi dovranno essere di intensità crescente e coinvolgere, in modo singolare o contemporaneo, sia arti inferiori che arti superiori. L'aumento d'intensità dell'esercizio può ottenersi con l'aumento della velocità dei movimenti (Mitchell, 1994)⁵. Naturalmente tutto nel rispetto delle capacità fisiche e nelle possibilità del gruppo, con attenzione sempre rivolta anche ai singoli soggetti, ai loro problemi e bisogni. È altresì importante non avere fretta nell'eseguire i movimenti perché ciò potrebbe essere causa di approssimazione e di mancanza di controllo nelle posizioni.

Parte finale: defaticamento

In questa fase, che dura dai 5 ai 10 minuti circa, si diminuisce l'intensità dell'esercizio, diminuendo anche la velocità di esecuzione, per distendere la muscolatura e per normalizzare la circolazione. Come nell'attività a secco si effettuano esercizi di stretching di tutti i gruppi muscolari precedentemente utilizzati, insieme ad esercizi propriocettivi, di presa di coscienza del proprio corpo e di rilassamento.

Questa suddivisione è importante da un punto di vista organizzativo nel rispetto di tutte le fasi proprie di una seduta di allenamento, ma non devono diventare uno schema che porti a qualcosa di stereotipato.

Effetti benefici dell'attività in acqua

Generalità

L'acqua come mezzo terapeutico è stata utilizzata fin dai tempi più remoti da tutte le grandi culture del mondo. La ginnastica in acqua è nata come una pratica puramente riabilitativa o rivolta a oggetti affetti da qualche forma di handicap fisico. È infatti un'attività con valenza multidisciplinare, un punto importante d'incontro tra diverse scienze mediche: è strettamente collegata

all'idroterapia, all'idrokinesiterapia e alla fisioterapia e alle scienze motorie.

L'aquafitness, inoltre, può essere finalizzato all'allenamento sportivo, o semplicemente ludico e ricreativo.

Da una parte le proprietà fisiche dell'acqua e dall'altra quelle dell'esercizio fisico effettuato in questo mezzo, apportano al nostro organismo dei benefici sul piano anatomico, fisiologico, sensoriale e psicologico.

L'entrata in vasca mette in crisi i meccanismi complessi che si instaurano per poter vivere sulla terraferma (equilibrio, informazioni spaziali, opposizione alla forza di gravità) immergendoci in un mondo nuovo, caratterizzato sì dalla possibilità di galleggiamento e di propulsione tramite il movimento di arti inferiori e superiori, ma anche da una maggiore resistenza all'avanzamento.

Apparato osteo-articolare

L'effetto di galleggiamento dovuto alla spinta idrostatica (principio di Archimede) permette di liberare lo scheletro dalla pesantezza, scaricando il corpo dalla sua stessa gravità. Tutti i corpi immersi in acqua sono liberati dal peso poiché sono sostenuti e portati dall'elemento. Il corpo risulterà tanto più leggero quanto più immerso: il peso del corpo umano immerso in posizione verticale risulta apparentemente ridotto al 95% del peso reale quando è immerso fino ai polpacci, all'80% se fino alla coscia, al 50% all'ombelico, al 20% fino alle ascelle e del 3% se è in immersione totale. Il risultato è la riduzione dei traumi cosiddetti da carico che si riscontrano "a secco".

Apparato muscolo-tendineo

La resistenza offerta dall'acqua, che insieme alla viscosità del mezzo si oppone all'avanzamento del corpo, dipende dalla velocità di quest'ultimo ma anche da quella del liquido. L'attività motoria di cui parliamo si effettua in assenza di una velocità rilevante dell'acqua, per questo un intero corpo umano o un arto che si

muovono lentamente incontreranno una modesta resistenza: basterà aumentare di poco progressivamente la velocità di esecuzione, oppure modificare la superficie frontale di spostamento con l'utilizzo di strumenti (tavole, manubri) per incrementare la resistenza e l'impegno muscolare. La Ginnastica in Acqua, proprio per la sua caratteristica di lentezza nell'esecuzione dei movimenti, permette di lavorare in modo preciso su tutti i gruppi muscolari, infatti, la sensazione di leggerezza generale che si avverte in acqua, può sollecitare un numero maggiore di muscoli, fra cui quelli solitamente poco interessati dai movimenti della vita quotidiana, che in tal modo migliorano la qualità e l'elasticità della contrazione. Gli esercizi, con la resistenza dell'acqua, hanno un effetto rinforzante: la resistenza che si oppone ad ogni movimento è circa dodici volte maggiore a quella creata dall'aria; per questo anche gli esercizi semplici richiedono uno sforzo notevole. I movimenti in acqua rilassano e allungano i muscoli, i quali subiscono un minore stress meccanico e risultano meno dolenti anche dopo esercizio intenso. I rischi di traumi muscolari sono molto bassi, sia per la lentezza dei movimenti che per il limitato lavoro in contrazione eccentrica. Grazie all'effetto termico che si viene a creare in acqua (di solito si lavora a temperature di 30°-32° C) e, insieme, alle condizioni di scarico del peso corporeo relative all'ambiente acquatico, si ha un'azione decontratturante a livello di tutti i gruppi muscolari e in particolare sulla muscolatura profonda responsabile del sostegno della postura. È proprio questo uno dei grandi vantaggi della ginnastica dolce in acqua, risultato difficile da ottenere in palestra.

Apparato cardio-circolatorio

Quando il soggetto è immerso in acqua in posizione eretta, il suo sistema circolatorio subisce una modifica in termini di redistribuzione sanguigna; questo è dovuto a due effetti:

1. riduzione della forza di gravità;
2. pressione esercitata dall'acqua a livello degli arti inferiori.

Questi facilitano il ritorno venoso verso il cuore e lo scambio

metabolico nei tessuti. La pressione idrostatica esercitata dall'acqua, che aumenta con la profondità, produce un effetto compressivo centripeto su tutto il sistema vascolare che normalizza la funzione circolatoria e riduce eventuali edemi distali.

Il cuore riceve una maggior quota ematica con aumento progressivo della gittata sistolica a seconda di quanta parte del corpo è immersa, mentre la frequenza cardiaca durante l'esercizio in acqua diminuisce e questa diminuzione è più apprezzabile di quella che si può ottenere a parità d'impegno metabolico durante un lavoro "a secco". L'effetto termico dilata il diametro dei vasi sanguigni velocizzando la circolazione e, grazie alla diminuzione delle resistenze vascolari periferiche, si ottiene un leggero abbassamento della pressione arteriosa, nonostante l'aumento della gittata cardiaca.

Apparato respiratorio

Il volume polmonare di un soggetto immerso in acqua è ridotto per:

1. accumulo di sangue all'interno del torace;
2. pressione idrostatica dell'acqua che contrasta l'espansione del torace.

Questo, durante la Ginnastica in Acqua, determina una maggiore frequenza respiratoria rispetto all'esercizio "a secco". Ne consegue un rafforzamento della muscolatura respiratoria, in particolare dei muscoli inspiratori: a causa della pressione dell'acqua l'espirazione è maggiore e l'inspirazione è più difficile poiché contrasta con l'espansione del torace. Gli esercizi di respirazione prolungata e profonda (effettuati nella parte iniziale della lezione) migliorano la ventilazione e garantiscono l'elasticità e la tonicità di tutti i muscoli implicati nell'atto respiratorio.

Sensibilità

Il soggetto immerso in acqua si trova in una situazione di isolamento e di trasformazione sensoriale. L'acqua perturba la sensi-

bilità a livello della vista, dell'udito, dell'olfatto, modifica la sensibilità tattile, cinestesica e quella propriocettiva. Si ribaltano completamente le abituali modalità di informazione sensoriale: l'acqua ci priva della nostra sensibilità esterna, mentre intensifica la sensibilità cutanea ed interna. Il risultato è la possibilità di ristabilire la percezione dello schema corporeo privilegiando al massimo la sensibilità cinestesica. Il lavoro in acqua dà piacevoli sensazioni e percezioni motorie (Federici, 2000)⁶.

Aspetto sociale e psicologico

L'entrata in vasca permette all'uomo di entrare in una dimensione completamente diversa. In un certo senso l'acqua cela i difetti corporei che spesso condizionano il soggetto nella vita quotidiana e di relazione, così da annullare le differenze tra i partecipanti, sia sul piano fisico che delle abilità e possibilità motorie, anche perché questa disciplina non richiede capacità tecniche.

Sentirsi a proprio agio in un ambiente permette da una parte di apprendere, e quindi di eseguire correttamente gli esercizi proposti, e dall'altra di relazionarsi con il resto dei partecipanti. Per sua definizione, infatti, la Ginnastica in Acqua è un'attività di gruppo e come tale stimola la voglia di divertirsi, scherzare e ridere. La possibilità di muoversi agevolmente in un'atmosfera di serenità e di amicizia sono elementi sociali e psicologici fondamentali, soprattutto per la persona anziana (Fortichiari, 1998)⁷. Molti tra coloro che non sanno nuotare, dopo aver sperimentato l'attività acquatica, decidono di iscriversi ai corsi di nuoto.

Patologie a prevalenza età associata e loro importanza in un programma di Ginnastica in Acqua

Generalità

L'elenco delle categorie di persone che possono beneficiare di un ambiente acquatico è dunque così lungo da fare della Ginnastica in Acqua una delle attività sportive più consigliate nell'età

adulta-anziana, insieme al nuoto e al corpo libero. Questo grazie, da un lato agli aspetti terapeutici e riabilitativi, e dall'altro all'assenza di controindicazioni mediche, fatta eccezione per le affezioni otorinolaringoiatriche (otiti, tonsilliti) e per quelle dovute all'azione irritante dei disinfettanti (cloro). Tenuto conto delle Controindicazioni Assolute e Relative all'esercizio fisico, esclusi coloro che soffrono di gravi malattie cardiache o respiratorie, tutti possono iscriversi a un programma di Ginnastica in Acqua che rispetta quelle caratteristiche di cui abbiamo parlato precedentemente, anche coloro che sono affetti da quadri patologici, molti dei quali sono età-correlati e a carico dei principali sistemi fisiologici. Per molte variabili, infatti, la linea che divide il normale invecchiamento dalla patologia è molto sottile (Shephard, 1998)⁸. Prima di iniziare una qualsiasi attività motoria è sempre opportuna una valutazione iniziale del soggetto, anche attraverso questionari somministrabili da personale non medico.

Principali patologie

Un corso di Ginnastica in Acqua è senza dubbio indicato per coloro che soffrono di patologie articolari, visto che la maggior parte degli esercizi si svolge in condizioni parziali di scarico. È efficace per la prevenzione e la cura di molti quadri da ipomobilità:

- processi degenerativi articolari (artrosi, artrite);
- rachialgia (discopatia, ernia discale);
- distrazioni o strappi muscolari;
- deficit di forza muscolare;
- rigidità articolari;
- disfunzioni articolari;
- postumi di fratture o di strappi legamentosi;
- dopo traumi o interventi chirurgici di ginocchio, caviglia, spalla;
- dopo interventi protesici (anca, ginocchia).

Artrosi

È la più diffusa tra le patologie articolari croniche degenerative, caratterizzata da alterazioni e lesioni della cartilagine articolare colpita; a questa si associano, secondariamente, modificazioni anche a carico di altre strutture articolari come il tessuto osseo, la capsula e il liquido sinoviale. Colpisce prevalentemente le articolazioni portanti, che sopportano il peso del corpo sovrastante: colonna vertebrale, anche, ginocchia; ma può colpire anche quelle distali: mani e piedi.

Le articolazioni diventano dolenti e rigide. Il danno porta a limitazione funzionale e ad atteggiamenti viziati. La disabilità che ne deriva può compromettere le attività di vita quotidiana (A.D.L.) ed è probabilmente dovuta ad una mancanza di esercizio fisico ed astenia muscolare (Ettinger e Fried, 1991)⁹. Infatti, per conservare l'integrità funzionale dell'articolazione è necessario che il soggetto colpito da artrosi continui a svolgere attività statiche e dinamiche in modo corretto e senza stress eccessivo.

La Ginnastica in Acqua può trovare la sua ragione in questa patologia sia a scopo preventivo che di cura e di rieducazione, grazie alla esecuzione di movimenti dolci, non traumatici, molto utili per sbloccare l'articolazione e per evitare alterate distribuzioni di carico e sollecitazioni meccaniche sulle superfici articolari (Raimondi e Vincenzini, 2003)¹⁰. È essenziale continuare a mobilitare l'articolazione per nutrire il liquido intra-articolare.

Tipologia di esercizi da inserire in un programma di Ginnastica in Acqua per soggetti colpiti da artrosi:

- esercizi di rilassamento;
- esercizi posturali (per miglioramento della postura);
- esercizi propriocettivi e di presa di coscienza del corpo in acqua;
- esercizi aerobici a basso impatto;
- esercizi di rinforzo muscolare (soprattutto di tutti quei muscoli intorno all'articolazione colpita);
- esercizi progressivi di mobilità articolare e di flessibilità (per

aumentare il range di movimento intorno all'articolazione artrosica).

Artrite reumatoide

È una malattia infiammatoria che colpisce in primo luogo le articolazioni distali (mani, polsi, piedi, caviglie) e secondariamente quelle prossimali (ginocchia, anche, spalle). Il processo infiammatorio provoca una graduale distruzione della superficie articolare, della capsula e dei legamenti. Le articolazioni sono dolenti e i movimenti limitati. L'esecuzione di semplici A.D.L., come salire una scala o deambulare per pochi metri, possono essere limitate fino al 50%; la forza dei gruppi muscolari che agiscono sull'articolazione colpita può essere ridotta fino al 75% e la potenza aerobica del 30% (McArdle et al., 1996)¹¹.

La sedentarietà può provocare grave atrofia muscolare e osteoporosi.

L'acqua, per le sue proprietà fisiche e meccaniche, è un mezzo efficace: sostiene il peso del corpo riducendo la pressione sulle giunture ossee.

Soggetti con deformità articolari possono effettuare movimenti che "a secco" sarebbero difficili o addirittura impossibili da eseguire.

Tipologia di esercizi da inserire in un programma di ginnastica in acqua per soggetti colpiti da artrite:

1. esercizi di rilassamento generale;
2. esercizi propriocettivi;
3. esercizi posturali;
4. esercizi per l'equilibrio;
5. esercizi aerobici-dinamici che mettono in moto l'intero apparato muscolo-scheletrico. Un'attività motoria di tipo dinamico porta sulle articolazioni artritiche una "naturale" riduzione dell'idrarto e una riduzione del dolore (Edmonds S., 2001)¹²;
6. esercizi a compressione limitata che coinvolgono le articolazioni colpite, con movimenti eseguiti lentamente e nel rispetto del dolore;

7. esercizi per il mantenimento del tono-trofismo muscolare (soprattutto dei muscoli chiave come il quadricipite);
8. esercizi di progressivo aumento dell'arco di movimento (per mantenere il ROM articolare).

Rachialgia

È una patologia molto diffusa ed interessa prevalentemente, in ordine decrescente, la zona lombare (lombalgia), il tratto cervicale (cervicalgia), quello dorsale (dorsalgia); spesso il dolore si irradia agli arti (lombosciatalgia, cervicobrachialgia). Il “mal di schiena” condiziona la qualità della vita in tutti i suoi aspetti, anche quelli sociali e psicologici.

Utile è un programma di attività motoria in acqua, con esercizi a prevalente componente aerobica e con ritmo non elevato. È utile eseguire gli esercizi con appoggio al bordo.

Tipologia di esercizi da inserire in un programma di Ginnastica in Acqua per soggetti colpiti da rachialgia:

1. Esercizi di rilassamento (soprattutto della muscolatura posteriore).
2. Esercizi di propriocezione e presa di coscienza del proprio corpo.
3. Esercizi posturali.
4. Esercizi per l'equilibrio.
5. Esercizi di rinforzo muscolare.
6. Esercizi di mobilità articolare e di flessibilità muscolare.

L'obiettivo è il rilassamento della muscolatura posteriore, responsabile della postura nei bipedi: per mantenere il corpo in equilibrio ed effettuare tutti i movimenti con i 4 arti, si ha un continuo accorciamento dei muscoli dorsali.

Patologie cardio-respiratorie

Sono indicati tutti gli esercizi aerobici a basso-medio impatto che coinvolgano il maggior numero di gruppi muscolari:

1. esercizi di rilassamento generale;
2. esercizi aerobici-dinamici che impegnano l'apparato cardio-respiratorio;
3. esercizi per rinforzo del tono-trofismo muscolare.

Protocollo di esercizi utilizzati nelle lezioni di Ginnastica in Acqua

La gamma degli esercizi attuabili in acqua è molto vasta¹³, e i movimenti che li compongono sono eseguiti in posizione eretta su tutti gli assi e i piani del corpo.

È possibile lo spostamento di uno o più segmenti corporei e quindi il coinvolgimento contemporaneo di pochi o molti gruppi muscolari, grazie a movimenti di:

- abduzione
- adduzione
- flessione
- estensione
- elevazione
- depressione
- intra-rotazione
- extra-rotazione
- circonduzione
- inclinazione
- oscillazione
- pronazione
- supinazione

Gli esercizi sono solitamente suddivisi secondo i diversi piani di movimento per non limitare l'efficacia all'azione muscolare e per focalizzare l'attenzione sul movimento articolare, priorità che emerge dalla definizione di ginnastica in acqua.

BIBLIOGRAFIA

1. Kasam V, Aquagym, Milano: Mondadori, 1992.
2. Bonifazi M. et al. Federazione Italiana Nuoto. Il Fitness in acqua, Milano: Multimedia Sport Service, 2005.
3. Imeroni A, Acquaticità: l'anziano in piscina, In: Bellerio O, Fabris F, Ferrario E, Guglielmino A. Imeroni A, Troletti G. L'anziano, il corpo, il movimento. Roma: La Nuova Italia Scientifica 1983.
4. American College of Sport Medicine, The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adult, *Med Sci Sport Exerc.*; 30 (6): 975-991, 1998.
5. Mitchell J.H., Haskell W., Raven P.B. Classification of sport (26^a Bethesda Conference Report). *JACC*, 1994; 24: 864-870.
6. Federici A., Valentini M., Cardinali C. Sportivamente anziano: proposte motorie per la terza età. Urbino: Montefeltro, 2000.
7. Fortichiari V, Nuotare tutti subito e bene, Milano: Tea, 1998.
8. Shepard RJ, Attività fisica, Invecchiamento e Salute, Mc Graw-Hill, Milano, 1998.
9. Ettinger W.H., Fried L.P. Aerobic exercise as therapy to prevent functional decline in patient with osteoarthritis. In: M. Ory and R. Weindruch (Eds.), Preventing frailty and falls in the elderly, 1991; 210-218.
10. Raimondi P., Vincenzini O. Teoria, metodologia e didattica del movimento. Perugia: Margiacchi-Galeno Editrice, 2003.
11. McArdle W, Katch FI, Katch VL, Exercise physiology-Energy, Nutrition and Human Performance, Fourth edition, Baltimore: Williams and Wilkins 1996.
12. Edmonds S et al.: Effect of intensive exercise on patients with active rheumatoid arthritis. *Ann Rheum. Dis* 60: 429; 2001.
13. Claudio Macchi, Francesco Benvenuti et al. Attività Fisica Adattata. ABC Firenze, 2007.

GLOSSARIO

Abasia. Incapacità a camminare.

Accelerazione. Grandezza vettoriale che individua le variazioni di velocità nell'unità di tempo. A. Centrifuga: tendenza di un corpo a spostarsi verso l'esterno di una traiettoria curvilinea. A. Centripeta (A_c): Grandezza vettoriale che esprime le variazioni della velocità angolare.

ACE. Angiotensin Converting Enzyme o enzima di conversione dell'angiotensina.

Acetilcolina. Estere della colina. Mediatore chimico della trasmissione dell'impulso nervoso a livello della giunzione neuromuscolare e del sistema nervoso autonomo parasimpatico. Rafforza le contrazioni del tubo digerente, provoca broncocostrizione, vasodilatazione arteriosa e capillare, bradicardia.

Acidosi. Condizione caratterizzata dall' aumento degli ioni H^+ e da conseguente diminuzione del PH.

Acido folico o acido pteroilglutammico. Vitamina del complesso B che serve come trasportatore delle unità monocarboniose in molte reazioni metaboliche.

Acido Lattico. Vedi lattico.

Acinesia. Mancanza di movimento.

Acne. Malattia infiammatoria dell'unità pilosebacea.

Acroasfissia. Cianosi con anestesia dolorosa delle estremità.

Acrocianosi. Cianosi delle estremità, più raramente anche delle orecchie, del naso e degli zigomi.

Acromelalgia. Dolore parossistico, spesso notturno, delle estremità degli arti, frequente nelle arteriopatie ostruttive.

Acroparestesia. Sindrome caratterizzata da intorpidimento, formicolii, parestesie notturne, dolori parossistici, prevalentemente a carico dell'arto superiore.

ACSM. American College Of Sports Medicine. Collegio americano della medicina dello sport.

Actina. Proteina contrattile presente in tutti i muscoli striati.

Actomiosina. Complesso formato dalla combinazione tra actina e miosina.

ADA (American Diabetes Association). Associazione diabetica americana.

Adenoma. Tumore epiteliale benigno in cui le cellule formano strutture ghiandolari riconoscibili oppure derivano da un epitelio ghiandolare.

Adrenalina. Ormone secreto dalla midollare surrenale e dai gangli simpatici. Produce tachicardia, vasodilatazione, ipotensione, broncodilatazione, midriasi, sudorazione, iperglicemia.

Afasia. Difetto o perdita della capacità di esprimersi con la parola e con la scrittura, che si accompagna a deficit di comprensione.

Alcalosi. Condizione caratterizzata da una diminuzione della concentrazione di ioni H^+ ed aumento del PH.

Aldosterone. Ormone della corteccia surrenale. Determina riassorbimento di sodio ed eliminazione di potassio, con conseguente aumento del LEC ed ipertensione.

Alfa₁ antitripsina. Sostanza in grado di antagonizzare l'azione della tripsina.

Altezza di rilascio. Altezza, rispetto al suolo (sistema di riferimento), alla quale un corpo viene lanciato o, comunque, subisce una spinta che provoca il suo spostamento.

Amaurosi. Cecità.

Amaurosi fugax. Perdita temporanea della vista solitamente da uno dei due occhi.

Amiloidosi. Tipo di degenerazione cellulare con accumulo di sostanza amiloide in vari organi.

Anartria. Grave disartria che determina mutismo.

Anchilosi. Saldatura dei capi articolari con fissazione completa ed immobilità della articolazione.

Anemia. Riduzione della quantità di emoglobina nel sangue.

- Anemia falciforme o falcemia.** Anemia emolitica ereditaria su base genetica legata ad alterazione dell'emoglobina.
- Aneurisma.** Dilatazione della parete arteriosa accompagnata da alterazione dei costituenti elastici e muscolari.
- Aneurisma dissecante.** Aneurisma in cui si è prodotta una lacerazione dell'intima arteriosa con scollamento della tunica media.
- Angectasia.** Termine generico indicante dilatazione di un vaso.
- Angina pectoris.** Sindrome caratterizzata da crisi dolorose toraciche generalmente retro-sternali legate a cardiopatia ischemica. Instabile quando più prolungata e frequente, a riposo o al minimo sforzo che spesso precede l'infarto. Variante o di Prinzmetal legata a spasmo coronarico, quasi esclusivamente a riposo.
- Angiografia.** Radiografia di un vaso dopo iniezione di una sostanza radiopaca in genere iodata per via venosa o per via arteriosa mediante catetere.
- Angioma.** Proliferazione congenita di vasi neo-formati.
- Angioplastica.** Dilatazione di un vaso stenosato mediante catetere dotato di palloncino. Precede spesso l'applicazione di stent.
- Angiotensina.** Decapeptide trasformato dall'angiotensinogeno, per opera della renina, in angiotensina II, potente vasocostrittore.
- Angiotensinogeno.** Globulina plasmatica di origine epatica che libera angiotensina I, dopo azione della renina.
- Angolo cubitale.** Angolo esterno formato da braccio e avambraccio estesi al gomito. Valore normale = 168° .
- Anosognosia.** Incapacità o rifiuto di riconoscere un deficit neurologico.
- Anossia.** Mancanza di ossigeno.
- Anticorpo.** Molecola immunoglobulinica che possiede una specifica sequenza aminoacidica in virtù della quale interagisce soltanto con l'antigene che ha indotto la sua sintesi in cellule della serie linfoide.
- Antigene.** Qualsiasi sostanza capace, in determinate condizioni, di indurre una risposta immunitaria specifica e di reagire

con i prodotti di quella risposta, cioè con gli anticorpi specifici e/o con linfociti-T specificamente sensibilizzati.

Aplasia. Mancato sviluppo di un organo o di un tessuto o dei loro prodotti cellulari.

Aprassia. Incapacità di eseguire movimenti consueti e di fare uso corretto degli oggetti.

AOCP. Arteriopatia ostruttiva cronica periferica.

APUD. Amine Precursor Uptake and Decarboxylation (captazione e decarbossilazione dei precursori aminici). Per sistema APUD si intende un insieme di cellule, sparse in tutto il corpo, che sintetizzano peptidi con funzioni ormonali e di neurotrasmissione.

ARDS. Acute Respiratory Disease Syndrome. Malattia respiratoria acuta di qualsiasi tipo non ancora definita.

Aritmia. Assenza di ritmo cardiaco. Può essere sinusale (in cui gli impulsi nascono normalmente dal nodo seno-atriale) e legata alla respirazione.

Arteriotomia. Incisione di un'arteria.

Arterite. Infiammazione di un'arteria. Tipica l'arterite temporale di Horton.

Asfigmia. Scomparsa del polso.

Asistolia. Assenza della sistole cardiaca.

Asma cardiaco. Termine improprio usato per attribuire a cause cardiache la sintomatologia respiratoria.

Asma bronchiale. Condizione caratterizzata da attacchi di dispnea parossistica (crisi) prevalentemente espiratoria con fischi e sibili provocati dalla contrazione bronchiale. Oltre allo spasmo sono presenti edema ed ipersecrezione bronchiale e, specie all'inizio, tosse secca.

Asse bicondiloideo o transcoxo-femorale. Asse attorno al quale l'intero bacino effettua il suo basculamento sul piano sagittale (nutazione e contronutazione) autonomamente o nel corso della flessoestensione del rachide lombare.

Astasia. Incapacità a mantenere la posizione eretta.

Atrofia. Diminuzione delle dimensioni di una cellula, di un tessuto o di un organo o di parte di esso.

- Attrito.** Forza che si oppone, rallenta o favorisce il movimento.
- Attrito radente.** Forza che si oppone o riduce lo scivolamento di un corpo o di una superficie rispetto a un altro.
- Attrito viscoso o resistenza del mezzo.** Forza dipendente da un fluido (liquido o gas) che si oppone al movimento di un corpo immerso in esso.
- Attrito volvente.** Forza che si oppone al rotolamento di un corpo rotondo o rotondeggiante rispetto a un altro corpo simile o a una superficie diversa.
- Autoimmunità.** Condizione caratterizzata da una specifica risposta immune umorale o cellulo-mediata contro costituenti dei propri tessuti corporei.
- BBDX.** Blocco di Branca Destra. Interruzione totale, permanente o intermittente della conduzione nel tronco della branca destra del fascio di His prima della divisione nelle due emibranche.
- BBSN.** Blocco di Branca Sinistra. Interruzione totale, permanente o intermittente della conduzione nel tronco della branca sinistra del fascio di His prima della divisione nelle due emibranche.
- Beri-beri.** Malattia caratterizzata dalla carenza di vitamina b¹ o tiamina.
- Beta-adrenergico** (recettore). Recettore sensibile all'adrenalina. Si dividono in beta1 (lipolitici e cardiostimolanti) e beta2 (bronco e vasodilatatori).
- Beta-Bloccante.** Sostanza che inibisce gli effetti delle catecolamine sui recettori betaadrenergici. Provoca principalmente bradi cardia e riduzione dei valori pressori.
- Bigeminismo.** Presenza di un battito prematuro (extrasistole) ventricolare o sopraventricolare, dopo ogni complesso del ritmo di base.
- Biofeedback.** Insieme di procedimenti di controllo volontario a retroazione di processi fisiologici normalmente involontari, realizzati mediante apparecchiature elettroniche
- Blocco A-V** (B.A.V.) Blocco cardiaco atrioventricolare. Può essere di I°, II° e III° grado.

Blocco di Branca. Vedi BBDX e BBSIN.

Borg. Scala di B. Scala che valuta la percezione soggettiva dello sforzo in relazione alla sua intensità.

BPCO. Broncopatia cronica ostruttiva.

Bradycardia. Rallentamento dei battiti cardiaci sotto 50 BPM.

By-Pass. Tecnica chirurgica consistente nel creare una connessione tra il segmento a monte ed a valle di un'arteria ostruita.

CCK. Colecistochinina. Ormone polipeptidico a 33 aminoacidi, secreto dalla mucosa del tratto superiore dell'intestino e dell'ipotalamo; stimola la contrazione della colecisti e la secrezione degli enzimi pancreatici. È sinonimo di pancreozimina.

Caloria (o piccola caloria, simbolo cal). Unità di misura dell'energia. Viene definita come la quantità di calore necessaria ad elevare da 14,5 a 15,5 °C la temperatura della massa di un grammo di acqua distillata a livello del mare (pressione di 1 atm). In biologia, o in nutrizione, la grande caloria (Cal o kcal), equivalente a 1000 cal è utilizzata per indicare l'apporto energetico di un alimento. La determinazione dell'apporto calorico deve essere fatta in riferimento allo zucchero (glucosio), che è l'alimento naturale di più semplice assimilazione. Tenendo conto che un g di zucchero sviluppa 3,92 kcal, un grammo di proteina circa 4 kcal e un grammo di lipidi circa 9 kcal, tutti gli altri alimenti devono essere rapportati ad essi per calcolarne l'apporto energetico. Il Sistema internazionale di unità di misura prevede l'uso del Joule al posto della caloria (e del kilojoule al posto della grande caloria).

Calorimetria. Misura del calore prodotto da un soggetto: racchiuso in una piccola camera (c. diretta); mediante la determinazione di quantità di ossigeno consumata e della quantità di azoto e di anidride carbonica eliminati (c. indiretta).

Capillaroscopia. Esame microscopico dei capillari sanguigni sul soggetto vivente.

Carbossiemoglobina. Emoglobina combinata con monossido di

carbonio che occupa i siti che legano l'ossigeno. La reazione è scarsamente reversibile.

Cardiomegalia. Aumento delle dimensioni cardiache.

Cardiomiopatia. Malattia del muscolo cardiaco, spesso di origine primitiva (causa non nota). Le cardiomiopatie si distinguono in dilatative, ipertrofiche ostruttive, restrittive, obliterative.

Catalasi. Enzima della classe delle ossidoreduttasi che trasforma $1 + 1$ molecole di acqua ossigenata in 1 molecola di O_2 e 2 di acqua.

Cataratta. Patologia oculare caratterizzata dall'opacizzazione della lente o cristallino.

Catecolamine. Sostanze dotate di attività simpatica. Costituite da catecolo + amina. Tra queste adrenalina (epinefrina), noreadrenalina (norepinefrina), dopamina.

Cateterismo. Introduzione di un catetere in un vaso o nella cavità di un organo a scopo diagnostico o terapeutico.

CCK. Colecistochinina.

CEC. Circolazione Extra Corporea.

Cellule cromaffini. Cellule che assorbono e che si colorano fortemente con i sali di cromo, che si rinvergono nelle ghiandole surrenali, coccigee e carotidee, lungo i nervi simpatici e in vari altri organi.

Cellulosa. Carboidrato, polimero del glucosio a catena lunga che costituisce lo scheletro di molte strutture vegetali.

Centro di gravità (Cdg) o centro di massa. Punto di un corpo su cui agisce la risultante delle forze di gravità.

Chlamydia pneumoniae. Un genere di batteri della famiglia Chlamydiaceae costituito da organismi gram-negativi, coccoidi, che si moltiplicano solamente all'interno della cellula ospite e presentano un unico ciclo di crescita.

Cianosi. Colorazione bluastra della cute e delle mucose che compare quando il tasso di emoglobina ridotta nel sangue è uguale o superiore a 5 gr/dl.

CID. Coagulazione Intravascolare Disseminata.

Cifosi. Incremento patologico della convessità del rachide dorsale.

- Cinematica.** Studio del movimento (traiettorie e suoi aspetti spaziotemporali, ossia, dei suoi rapporti fra posizione, velocità e accelerazione).
- Cinetica.** Studio del movimento dal punto di vista delle forze che lo determinano o lo limitano.
- Classi NYHA.** Lo scompenso cardiaco può essere acuto o cronico; quest'ultimo può essere classificato in 4 classi come proposto dalla New York Heart Association (NYHA) basate sulla relazione esistente tra sintomo e sforzo necessario per provocarlo.
- Clearance.** Velocità con la quale una sostanza viene rimossa dal sangue o da altro organismo.
- Clono.** Contrazione e rilasciamento di un muscolo alternati in rapida successione.
- Coagulo.** Massa di sangue coagulato in vitro, al di fuori dell'organismo.
- Cocontrazione.** Contrazione contemporanea (sinergica) di muscoli agonisti e antagonisti a scopo, prevalentemente, di fissazione di un segmento corporeo.
- Colinergico** (recettore). Molecola con funzione di recettore posta sulla superficie cellulare che lega il neurotrasmettitore acetilcolina mediando la sua azione sulle cellule post-giunzionali.
- Collasso.** Collabimento delle pareti di un organo.
- Collasso o Shock.** Condizione ad eziologia varia caratterizzata da inadeguatezza dell'apparato cardiovascolare a garantire un adeguato apporto di sangue ai tessuti e l'eliminazione delle scorie. È caratterizzato da riduzione della portata cardiaca, tachicardia, grave ipotensione e riduzione della diuresi.
- Compliance.** Distensibilità; capacità di cedere alla pressione.
- Condrocita.** Cellula matura della cartilagine alloggiata entro una lacuna della matrice cartilaginea.
- Congestione.** Accumulo di sangue in un organo a causa della dilatazione del lume dei suoi vasi sanguigni.
- Contrattura.** Contrazione sostenuta per mancanza di rilascia-

mento in assenza di potenziali d'azione (inibizione del trasporto del calcio).

Contrazione isometrica. Contrazione a lunghezza costante (senza un'apprezzabile diminuzione di lunghezza del muscolo)

Contrazione isotonica. Contrazione a tensione costante (contrazione contro un carico costante con accorciamento del muscolo).

Coordinate cartesiane. Sistema di riferimento convenzionale utilizzato per descrivere la traiettoria relativa ai cambiamenti di posizione di un corpo su un piano o nello spazio.

Coppia di forze. Sistema di due vettori paralleli, di eguale modulo e di verso opposto, applicati a un corpo la cui azione tende a farlo ruotare.

Core. Parte centrale di qualcosa.

Corpi chetonici. Composti organici che contengono gruppi carbonili con i carboidrati legati al carbonio del carbonile (es. acetone). Un eccesso di corpi che tonici si può riscontrare nel diabete scompensato e nel digiuno.

Cronotropo. Ciò che concerne la frequenza di un ritmo.

CSA. Cross Sectional Area o sezione del muscolo.

Cuore polmonare (acuto o cronico). Insufficienza del ventricolo destro legata a condizioni patologiche polmonari (es. embolia, ipertensione polmonare, BPCO).

Cushing. Morbo di C. Secondario ad iperfunzione della corteccia surrenalica, caratterizzato da ipertensione, strie rubre (smagliature rossastre), raccolta adiposa nella regione del collo e del volto, aumento della glicemia.

Diffusione. Processo secondo il quale un gas o una sostanza in soluzione, si espande a causa del movimento delle sue particelle, fino ad occupare tutto lo spazio a sua disposizione.

Digitale. Estratto di digitalis lanata usato nello scompenso cardiaco. Normalmente riduce la frequenza cardiaca ma in caso di sovradosaggio può indurre molteplici tipi di aritmie.

Dinamica. Studio dei corpi in movimento.

Diplopia o ambliopia. Visione doppia.

- Disartria.** Imperfetta articolazione del linguaggio dovuta a disturbi del controllo muscolare deputato alla sua produzione.
- Discinesia.** Alterazione del movimento.
- Disfasia.** Alterazione del linguaggio con mancanza di coordinazione e incapacità a disporre le parole nel giusto ordine.
- Dispnea.** Difficoltà respiratoria. Sensazione soggettiva di mancanza d'aria.
- Dopamina.** (DOPA) 3,4-diidrossifenilalanina, derivato della fenilalanina. Neurotrasmettitore del sistema nervoso centrale. Precursore diretto di adrenalina e noradrenalina.
- Doppler.** Apparecchiatura ad ultrasuoni per la determinazione della velocità sanguigna.
- Dromotropo.** Dicesi di ciò che interessa la conduzione intracardiaca dello stimolo eccitatorio.
- Drop attack.** Sindrome caratterizzata da caduta a terra per stenosi dell'arteria vertebrale.
- E.A.S.** Emiblocco Anteriore Sinistro (blocco della conduzione della emibranca antero-superiore del fascio di His).
- E.C.G.** Elettrocardiogramma o registrazione degli eventi elettrici del cuore.
- Ecocardiogramma.** Ecografia cardiaca. Permette di registrare gli echi provocati da sonde ad ultrasuoni per lo studio delle dimensioni e dei movimenti delle strutture cardiache.
- Ecodoppler** (cardiaco o vascolare). Ecografia cardiaca o vascolare che permette anche lo studio delle velocità del sangue (quantità, qualità e direzione).
- Ecocolordoppler.** Ecografia cardiaca o vascolare che permette anche lo studio delle velocità del sangue e la visualizzazione a colori del flusso sanguigno.
- Ecostress.** Ecografia cardiaca dopo somministrazione di sostanze in grado di evidenziare alterazioni cinetiche altrimenti non evidenti.
- ECST.** European Carotid Surgery Trial.
- Effetto parasimpatico.** Vedi parasimpatico.
- Effetto simpatico.** Vedi simpatico.
- Elastasi.** Enzima che degrada l'elastina.

- Elastina.** Scleroproteina gialla. È una costituente essenziale del tessuto connettivo elastico giallo. Fragile se disidratata, elastica e flessibile quando è umida.
- Elettroliti.** Sostanze che in soluzione (es. nel plasma sanguigno) si dissociano in ioni (sodio, cloro, potassio, magnesio...).
- Ematocrito.** Analisi degli elementi figurati del sangue (globuli rossi, globuli bianchi, piastrine) e delle loro caratteristiche.
- Ematuria.** Perdita di sangue con le urine.
- Embolo.** Particella libera nel torrente circolatorio di varia natura (materiale trombotico, gassoso, lipidico, neoplastico, settico, micotico) non miscibile col sangue; può portare all'ostruzione vasale.
- Emianopsia.** Cecità di metà campo visivo mono o bilaterale.
- Emottisi.** Emissione di sangue dalla bocca proveniente dall'apparato respiratorio.
- Endocardite.** Infiammazione dell'endo-cardio.
- Endocrino.** Termine riferito a organi o strutture la cui funzione è quella di secernere nel sangue o nella linfa una sostanza (ormone) dotata di effetti specifici su altro organo.
- Endorfine.** Neuropeptidi che possiedono potenti azioni analgesiche.
- Endotelio.** Strato di cellule epiteliali che riveste le cavità del cuore, dei vasi e le cavità sierose del corpo.
- Energia cinetica.** Capacità di un corpo di compiere lavoro attraverso il movimento. Se il movimento non è rotatorio questo tipo di energia si può esprimere con $E_k = m \cdot v^2$.
- Energia potenziale** (U o E_p). Capacità di un corpo di compiere lavoro per effetto della forza di gravità. È dovuta sia alla posizione del corpo nell'ambiente sia ai variabili atteggiamenti da esso assunto (corpo umano) o, nel caso di un oggetto, alla sua forma. $U = F \cdot h$, ossia $U = m \cdot g \cdot h$. Questa proprietà è caratteristica della forza peso, delle forze elastiche e delle forze elettriche.
- Enfisema.** Accumulo patologico di aria in tessuti od organi.
- Enzima.** Molecola proteica che catalizza (accelera) le reazioni chimiche.

Eparina. Anticoagulante fisiologico ad azione prevalentemente antitrombinica. In terapia si usano eparine calciche o a basso peso molecolare (EBPM) soprattutto per la prevenzione dell'embolia (traumi, immobilità che predispongono alla trombosi venosa).

Epilessia. Disturbo parossistico transitorio della funzione cerebrale che si manifesta con episodi di alterazione o di perdita di coscienza, con fenomeni motori anomali, disturbi psichici o sensoriali, o perturbazioni del sistema nervoso centrale.

Equilibrio. Stato di un corpo in equilibrio. L'equilibrio si dice "statico" quando il corpo è a riposo, quindi privo di moto. L'equilibrio si dice "dinamico" quando il corpo è in movimento e si muove di moto uniforme, ossia a velocità costante.

Eritropoietina. Ormone glicoproteico secreto dal rene dell'adulto e dal fegato nella vita fetale; stimola le cellule staminali del midollo a produrre globuli rossi. E quindi a far innalzare il valore ematocrito.

Ernia discale. Protrusione del nucleo polposo o dell'anello fibroso del disco vertebrale, che può ledere le radici nervose.

Esocrino. Che secerne verso l'esterno per mezzo di un dotto.

Extrasistole o battito prematuro. Contrazione cardiaca prematura di origine ectopica, sopraventricolare o ventricolare.

FANS. Farmaci Antinfiammatori Non Steroidei.

Fattore reumatoide (FR). Con questo termine si indicano anticorpi diretti contro determinanti antigenici della porzione Fc delle IgG; si ritrova nell'80% delle artriti reumatoidi (nel 20% delle forme giovanili).

Fenotipo. L'insieme dei caratteri fisici, biochimici e fisiologici di un individuo determinato sia geneticamente che dall'ambiente, in opposizione al genotipo.

FEV1. Volume espiratorio forzato in 1 secondo.

FFA (Free Fatty Acids). Acidi grassi liberi.

FVC. Capacità vitale forzata.

Fibre alfa. Fibre nervose motrici deputate all'innervazione delle

fibre muscolari extrafusali con funzioni agonista e antagonista (contrazione e decontrazione).

Fibre gamma. Fibre nervose motrici provenienti dai motoneuroni gamma siti nel corno anteriore del midollo spinale. La loro funzione è stimolare l'allungamento dei fusi neuromuscolari. Sono divise in fibre gamma 1 o dinamiche e gamma 2 o statiche con il compito, rispettivamente, di variare la velocità e il grado di stiramento.

Fibrillazione atriale (FA). Attivazioni fibrillari delle fibre muscolari degli atri che determinano contrazioni rapide (300-500 min) in modo irregolare e disorganizzato da non essere in grado di produrre la sistole. Poichè non esiste più un ritmo sinusale e il nodo A-V scarica in modo irregolare, i ventricoli si contraggono con una frequenza irregolare (assenza di ritmo) solitamente più elevata della norma. Di solito è legata a dilatazione atriale. Quest'ultima favorisce la formazione di trombi a livello atriale con possibili manifestazioni emboliche.

Fibrillazione ventricolare. Il meccanismo di attivazione fibrillare è sovrapponibile a quello della FA. Mentre nella FA, nonostante l'asistolia atriale, il sangue scende per gravità e per depressione dall'atrio al ventricolo, nella FV l'asistolia è incompatibile con la vita.

Fibrinogeno. Fattore I della coagulazione; si trasforma in fibrina per aggiunta di trombina.

Fibrosi. Produzione di tessuto fibroso; degenerazione fibrosa.

Filariosi. Malattia prevalentemente diffusa nei paesi tropicali, trasmessa da alcuni tipi di zanzare che ospitano le larve. Il verme adulto può invadere il sistema linfatico producendo ostruzioni.

Flaccidità muscolare. Conseguenza alla lesione del nervo motore in cui il muscolo non offre resistenza alla trazione.

Flebite. Infiammazione di una vena.

Folato. Forma anionica dell'acido folico.

Fosfolipide (fosfatide). Composto contenente una o due molecole di acido grasso, una molecola di alcool e una di azoto a carattere basico.

Flutter atriale. Attività atriale ectopica solitamente regolare a frequenza elevata (250-350/min). Di solito la contrazione ventricolare ha una frequenza regolare poichè si associa un blocco atrio-ventricolare.

Folato. Forma anionica dell'acido folico.

Framingham. Città americana ove fu compiuto un importantissimo studio epidemiologico sulle malattie cardio-vascolari.

Frequenza. Numero dei cicli, o dei giri. Di un moto periodico o numero di onde che attraversano un punto nell'unità di tempo (secondo) o numero di oscillazioni di un pendolo in un minuto.

Furto della succlavia. Si verifica quando una sub-occlusione o l'occlusione dell'arteria succlavia prima dell'origine dell'arteria vertebrale determina una inversione di flusso a carico dell'arteria vertebrale che produce un "furto cerebrale" per garantire l'apporto ematico all'arto superiore omolaterale. In questi casi l'attività muscolare intensa dell'arto superiore può aggravare la condizione di "furto" e può produrre ipoafflusso cerebrale.

Gaba. Acido γ -aminobutirrico.

Gangrena o cancrena. Necrosi di tessuto legata ad arresto dell'apporto sanguigno, di solito localizzata alle estremità (es. in corso di AOCP).

Gastrina. Ormone polipeptidico rilasciato nell'antro gastrico per azione di fibre peptidergiche del nervo vago sulle cellule G delle ghiandole piloriche.

Glaucoma. Aumento della pressione endoculare.

Genoma. Il corredo genetico completo di un organismo che negli eucarioti è un set di cromosomi, nei batteri è un unico cromosoma e nei virus una molecola di DNA o RNA.

Genotipo. Intera costituzione genetica di un individuo.

Gestosi. Qualsiasi manifestazione tossico-emica della gravidanza.

Glicosaminoglicano. Mucopolisaccaride senza la parte proteica.

Glomerulonefrite. Malattia di origine infiammatoria che colpisce i glomeruli renali.

Glicogeno. Polimero del glucosio che si forma nel fegato dove

viene immagazzinato. Si trova in minor misura anche nel muscolo. In caso di necessità viene trasformato in glucosio (gluconeogenesi).

Glucagone. Ormone polipeptidico secreto dalle cellule alfa delle isole di Langerhans pancreatiche in risposta all'ipoglicemia o alla stimolazione da parte dell'ormone della crescita dell'ipofisi anteriore. Ha azione opposta a quella dell'insulina.

Glucocorticoide. Ciascuno di un gruppo di corticosteroidi a 21 atomi di carbonio che agiscono principalmente sul metabolismo dei carboidrati.

Gluconeogenesi. Formazione del glucosio a partire dal glicogeno.

Glutatione. Tripeptide formato da glutamato, cisteina e glicina.

Glutatione-perossidasi. Enzima appartenente alle ossidoriduttasi. Riduce i perossidi d'idrogeno, che si formano all'interno delle cellule e sono tossici.

Helicobacter pylori. Batterio gram-negativo il cui ambiente ottimale è rappresentato dallo stomaco. Resiste all'acido, è l'agente eziologico più importante della gastrite cronica e favorisce la malattia ulcerosa.

Holter (sistema, metodica H.). Registrazione continua, per almeno 24 ore dello elettrocardiogramma (Holter ECG).

Kinking. Ingincocchiamento di un vaso (frequente nell'arteria carotide interna).

Idiopatico. Di origine non conosciuta o auto-originantesi.

Ig. Immunoglobuline. Glicoproteine dotate di attività anticorpale divise in 5 classi: IgM, IgA, IgG, IgD, IgE.

Incidenza. Dicesi di eventi che si generano ex novo (es. malattie) in un determinato periodo di tempo.

Indice rachideo (di Delmas). Rapporto fra l'altezza del rachide x 100 e la sua lunghezza misurata sul piano sagittale. Tale rapporto si considera normale con risultati fra 94 e 96.

Infarto. Necrosi cellulare a carico di un organo (es. cuore, polmone, intestino, rene) per cause vascolari.

Inotropo. Dicesi di tutto quanto concerne la contrattilità della fi-

bra miocardia: I. Positivo se la aumenta, I. negativo se la diminuisce.

Insufficienza cardiaca. Sindrome clinica caratterizzata dall'impossibilità da parte del cuore di garantire il fabbisogno di ossigeno ai tessuti.

Insufficienza valvolare. Situazione caratterizzata dall'incontinenza di una valvola (es. cardiaca o venosa) che determina rigurgito.

Impedenza aortica. Resistenza oppositiva al flusso aortico.

Interleuchine (IL). Gruppo di sostanze proteiche prodotte in risposta a stimolazione antigenica o fitogena, spesso indici di flogosi. La Il1 è molto simile ai pirogeni indogeni.

Ipercapnia. Aumento della concentrazione di anidride carbonica.

Iperestesia. Aumentata sensibilità ad uno stimolo.

Iperkaliemia. Aumento patologico della concentrazione di potassio nel sangue.

Iperplasia. Aumento del numero delle cellule di un organo.

Ipetricosi. Eccessivo sviluppo di peli.

Ipertrofia. Ingrandimento di un organo o di una sua parte legato ad un aumento della misura delle sue cellule.

Ipocinesia. Riduzione del movimento.

Ipofisi. Ghiandola situata alla base del cranio, nella sella turcica.

Iponatremia. Riduzione patologica della concentrazione di sodio nel sangue.

Ipoplasia. Incompleto sviluppo o sotto-sviluppo di un organo o tessuto.

Ipossia. Riduzione del contenuto di ossigeno.

Ipotensione ortostatica. Riduzione della pressione arteriosa nel passaggio dalla posizione sdraiata o seduta a quella eretta di almeno 40 mmHg per la sistolica e 30 mmHg per la diastolica.

Ipotermia. Riduzione della temperatura.

Ischemia. Situazione di sofferenza cellulare legata alla riduzione dell'apporto di ossigeno per cause vascolari.

Isocinetico. Con velocità di contrazione angolare costante.

- Ittero.** Colorazione giallastra della cute dovuta ad un aumento della bilirubina plasmatici.
- Laplace** (legge di). In un oggetto cavo distensibile la pressione distendente è uguale, ad equilibrio raggiunto, alla tensione della parete divisa per i due principali raggi di curvatura dell'oggetto.
- Lattato.** Forma anionica dell'acido lattico.
- Lattico.** Acido Lattico. Sostanza prodotta dall'attività muscolare per glicolisi anaerobia durante l'esercizio fisico intenso. Può essere trasformato in glucosio dal fegato.
- LEC.** Liquido extracellulare.
- LES** (Lupus Eritematoso Sistemico). Disordine multisistemico infiammatorio del tessuto connettivo che coinvolge cute, articolazioni, membrane sierose e alcuni organi.
- Leucemia.** Proliferazione neoplastica maligna del tessuto leucopoietico (deputato alla produzione dei globuli bianchi o leucociti).
- Leucocitosi.** Aumento dei leucociti presenti nel sangue.
- Leucopenia.** Riduzione dei leucociti presenti nel sangue.
- Leucotrieni.** Si formano dall'acido arachidonico e sono formati da una catena lineare di acidi carbossilici a 20 atomi di carbonio con una o due molecole di O_2 che sostituiscono due o più legami coniugati. Agiscono come regolatori delle reazioni allergiche e infiammatorie.
- Lien.** Altra denominazione della milza.
- Linfedema.** Edema legato all'ostruzione, interruzione o compressione dei vasi linfatici.
- Linfoma.** Proliferazione neoplastica maligna del tessuto linfoide. I linfomi si possono distinguere in linfomi di tipo Hodgkin e non Hodgkin.
- Linfosarcoma.** Linfoma diffuso.
- Lipofusina.** Pigmento lipidico granulare risultato di degenerazione cellulare da ossidazione e polimerizzazione dei lipidi di membrana.
- Lipolisi.** Scomposizione o frazionamento del grasso (lett. dissoluzione, scioglimento).

Lipolitico. Agente che effettua la lipolisi.

Lipotimia o svenimento. Situazione caratterizzata da obnubilamento del sensorio accompagnata da disturbi neurovegetativi (sudorazione algida, nausea), riduzione della pressione arteriosa, tachicardia, difficoltà respiratoria.

Listesi. Scivolamento di una vertebra con o senza spostamento.

Locus of control. Processo di attribuzione di causalità degli eventi di vita all'interno (sè stesso) o all'esterno (cause diverse).

Lordosi. Curvatura della colonna vertebrale a convessità anteriore. Si riferisce sia alla L. fisiologica che a quella patologica.

Macrofagi. Cellule che originano dal midollo osseo ed entrano in circolo come monociti. Una volta raggiunti i tessuti si ingrandiscono ed acquistano capacità fagocitaria (cioè in grado di inglobare, ingerire alcune sostanze) divenendo macrofagi.

Macroglossia. Eccessiva grandezza o aumento dimensionale della lingua.

Malattia o morbo. Qualsiasi alterazione o interruzione della normale struttura o funzione di un organo, di un sistema o di una parte di essi che si manifesta con un caratteristico gruppo di segni e sintomi.

Malattia di Whipple. Malattia caratterizzata da diarrea con feci grasse, artrite, emaciazione e diminuzione della forza, secondaria a depositi di grasso nel tessuto linfatico intestinale.

Mediastino. Zona delimitata dallo sterno, dalla colonna e dall'apertura toracica in alto. Contiene organi, vasi e nervi tra cui il cuore, la trachea, i bronchi e l'esofago.

Metacolina. Agonista colinergico che possiede una durata d'azione maggiore rispetto all'acetilcolina. Ha azione vasodilatatrice e parasimpaticomimetica.

Metanalisi. Tecnica statistica quantitativa che permette di combinare i dati di più studi condotti su uno stesso argomento generando un unico dato conclusivo per rispondere ad uno specifico quesito clinico.

Metemoglobina. Si forma quando il ferro dell'emoglobina viene

ossidato per malattia genetica o agenti tossici; comporta cianosi quando aumenta oltre i valori normali (minimi).

Micosi. Affezione parassitaria causata da funghi.

Midriasi o corectasia. Dilatazione della pupilla.

Miocardite. Infiammazione del miocardio.

Miogelosi. Area di indurimento muscolare, di solito nel muscolo gluteo.

Miogenesi. Sviluppo del tessuto muscolare, in particolare quello embrionario.

Mioglobina. Pigmento trasportatore di O₂ del muscolo. È come una singola unità di emoglobina, essendo formata da una globina e da un gruppo eme con un atomo di ferro. Trasporta l'O₂ rilasciato dagli eritrociti ai mitocondri delle cellule muscolari.

Mioglobinuria. Presenza di mioglobina nelle urine. Oltre che in alcune patologie può riscontrarsi dopo esercizio intenso e prolungato.

Miolisi. Disintegrazione o degradazione del tessuto muscolare.

Mioma. Tumore costituito da elementi muscolari.

Miomalacia. Rammollimento patologico di un muscolo.

Mionecrosi. Necrosi di singole fibre muscolari.

Miopatia. Generico. Malattia muscolare.

Mioplastica. Chirurgia plastica di un muscolo.

Miopragia. Diminuita attività funzionale.

Mioressi. Rottura di un muscolo.

Miosi o cormiosi. Contrazione della pupilla.

Miosina. Proteina contrattile presente nel muscolo striato.

Miosite. Infiammazione di un muscolo volontario.

Miotassico. Relativo alla sensibilità propriocettiva dei muscoli.

Miotatico. Eseguito o prodotto mediante stiramento muscolare.

Miotomia. Dissezione o incisione di un muscolo o del tessuto muscolare.

Miotonia. Aumentata irritabilità e contrattilità muscolare con ridotta capacità di rilassamento; spasmo tonico del muscolo.

Miotrofia. Nutrizione del muscolo.

Mole o grammomolecola. Peso molecolare di una sostanza espressa in grammi.

Morbo di Crohn. Malattia infiammatoria cronica di tipo granulomatoso a carico dell'apparato gastroenterico.

Moya-moya. Patologia vascolare di eziologia non nota che colpisce le arterie cerebrali con sviluppo di circoli collaterali e insorgenza di infarti multipli.

Muscolo shunt. Muscolo che presenta l'inserzione molto distante dal fulcro. Funzionalmente prevale la componente assiale del movimento.

Muscolo spurt. Muscolo che presenta l'inserzione molto vicina al fulcro. Funzionalmente prevale la componente rotatoria del movimento.

NASCET. North American Symptomatic Endarterectomy Trial.

Natriuretico (fattore). Agente che provoca eliminazione di sodio con le urine.

Neoplastico. Relativo a neoplasia, tumore.

Necrosi. Morte cellulare; distruzione tessutale.

Neuroni specchio. Sono una classe di neuroni specifici che si attivano sia quando si compie un'azione sia quando la si osserva mentre è compiuta da altri. I neuroni dell'osservatore "rispecchiano" quindi il comportamento dell'osservato, come se stesse compiendo l'azione egli stesso. Questi neuroni sono stati individuati nei primati, in alcuni uccelli e nell'uomo. La scoperta dei neuroni specchio si deve a Giacomo Rizzolatti dell'Università di Parma.

Nevrosi. Disturbo mentale in cui la percezione della realtà è intatta.

Noradrenalina (norepinefrina). Catecolamina secreta dalla midollare surrenale e dalle fibre adrenergiche post gangliari. Potente vasocostrittore.

NYHA. Vedi Classi N.

Obla. Onset Blood Lactate Accumulation. Soglia del lattato, che corrisponde al suo accumulo quando questo raggiunge la concentrazione plasmatica di 4 mmol/l.

Omocisteina. Prodotto di transmetilazione della metionina; prodotto intermedio nella sintesi della cisteina.

Omocistinuria. Accumulo di omocisteina nel plasma e nell'uri-

na secondario ad aminoacidopatia trasmessa come carattere autosomico recessivo.

Onda P dell'ECG. Corrisponde alla depolarizzazione (contrazione) striale.

Onda T dell'ECG. Parte del complesso ventricolare che corrisponde alla ripolarizzazione dei ventricoli.

Oppioidi. Serie di peptidi naturali come ad esempio le encefaline, che esercitano effetti simili a quelli degli oppiacei interagendo con recettori specifici presenti sulle membrane cellulari.

Organo di Corti. Organo spirale. Ortopnea. Respirazione condizionata dalla stazione eretta, con maggiori difficoltà respiratorie in clinostatismo.

Osmolalità. Numero di osmoli per kg di solvente.

Osmolarità. Numero di osmoli per litro di soluzione.

Osmosi. Fenomeno corrispondente alla diffusione di molecole di solvente verso una regione a maggior concentrazione di soluto al quale la membrana è impermeabile.

Osteite. Infiammazione ossea.

Osteoblasti. Cellule di provenienza fibroblastica che raggiunta la fase matura si associa alla produzione di osso.

Osteoclasti. Grosse cellule multinucleate che si occupano del riassorbimento e del rimaneggiamento osseo.

Osteomalacia. Condizione caratterizzata da rammollimento osseo (dovuto a imperfetta mineralizzazione), con eccesso di tessuto osteoide organico. È l'equivalente del rachitismo negli adulti.

Ortopnea. Difficoltà respiratoria tranne che in posizione eretta.

Ossido nitrico o nitrossido. Sostanza prodotta dall'endotelio vascolare ad azione vasodilatante.

Osteocondrite. Infiammazione dell'osso e della cartilagine.

Osteoma. Tumore costituito da tessuto osseo.

Osteomielite. Infiammazione osteo-midollare causata da germi piogeni (germi produttori di pus).

Osteopenia. Riduzione della massa ossea. Osteoporosi. Riduzione della massa ossea con rarefazione in percentuale mag-

giore rispetto alla osteopenia (con deviazione standard > 2.5 rispetto ai valori normali).

Osteosarcoma. Neoplasia maligna delle ossa.

Paralimpiadi. I Giochi Paralimpici, o Paralimpiadi, sono l'equivalente dei Giochi Olimpici per atleti con disabilità fisiche, visive o intellettive. Pensati come Olimpiadi parallele, prendono il nome proprio dalla fusione del prefisso para con la parola Olimpiade e i suoi derivati. La legge n. 189 del 15 luglio 2003 ("Norme per la promozione della pratica dello sport da parte delle persone disabili") designa la Federazione Italiana Sport Disabili come Comitato Italiano Paraolimpico (CIP).

Paraparesi. Paresi dei due arti inferiori.

Paraplegia. Paralisi dei due arti inferiori.

Parasimpatico. Effetto P. Insieme di modificazioni indotte dal nervo vago: costrizione pupillare, ipersalivazione, bradicardia, sudorazione.

Parkinson. Malattia caratterizzata da tremore, rigidità e rallentamento del movimento.

Paresi. Riduzione di forza e/o di funzione.

Parestesia. Percezione anormale come bruciore, formicolio, puntura, pinzatura.

pH. Il pH di una soluzione è il logaritmo in base 10, del reciproco della concentrazione degli H^+ , cioè il logaritmo negativo della concentrazione idrogenionica. Il pH dell'acqua, a 25°C, dove sono presenti H^+ e OH^- in eguale quantità, è 7. A partire da questo valore, per ogni diminuzione di pH di una unità, si ha un aumento di 10 volte della concentrazione di H^+ , mentre per ogni aumento di pH di una unità, si ha una diminuzione di 10 volte della concentrazione di H^+ .

Pericardite. Infiammazione del pericardio. Può essere di origine autoimmune, virale o batterica, traumatica, neoplastica.

Piastronopenia. Carenza di piastrine circolanti del sangue.

Piastrinosi. Aumento del numero delle piastrine circolanti del sangue.

Pirogeni. Sostanze liberate dall'organismo (pirogeni endogeni) o

da agenti esterni che possono essere ad es. batterici o virali (pirogeni esogeni) in grado di produrre febbre (o piresia).

Pleiotropia. Qualità di un gene di manifestare se stesso in più di un modo, cioè di produrre più di una espressione fenotipica.

Pneumotorace. Accumulo di aria o gas nello spazio pleurico.

Poligono di Willis. Caratteristica conformazione poligonale delle arterie della base cranica.

Poliuria. Aumento della produzione di urina.

Polso. Sollevamento percepito dalle dita che palpano un'arteria superficiale legato al passaggio dell'onda ematica.

Postcarico. Carico che viene incontrato dal muscolo quando comincia a contrarsi. È in relazione diretta con le resistenze periferiche.

Postura. Per postura si intende il rapporto articolare e muscolo-tendineo che il nostro corpo instaura rispetto il proprio centro di gravità e la base di appoggio, a seconda delle posizioni che si assumono, allo scopo di mantenere la stabilità e contrastare la forza di gravità.

Pneumectomia. Asportazione (o escissione) chirurgica polmonare.

Precarico. Carico sopportato dal muscolo quando si trova allo stato di riposo; distende cioè il muscolo a riposo. È in diretta dipendenza con l'aumento del volume telediastolico del ventricolo dx.

Pre-eccitazione ventricolare. Disturbo della conduzione intracardiaca caratterizzato dall'attivazione precoce dei ventricoli legata alla presenza di fasci di fibre nodali supplementari.

Prevalenza periodale. Definisce gli eventi (es. malattie) presenti nella popolazione nell'arco di un determinato periodo di tempo.

Prevalenza puntuale. Definisce gli eventi (es. malattie) presenti in un certo istante e riferiti ad una definita popolazione.

Prinzmetal (angina variante di). Angina pectoris con manifestazioni e caratteristiche particolari; si può ritrovare anche in pazienti con coronarie indenni.

Prolasso mitralico. Valvola mitralica (uno o entrambi i lembi)

che prolassa nell'atrio in sistole. Può essere accompagnata da rigurgito valvolare. Può essere causa di aritmie; si deve fare profilassi antibiotica in corso di manovre chirurgiche o di malattie batteriche.

Prostacicline. Derivati intermedi nella via dell'acido arachidonico, sono potenti vasodilatatori ed inibitori selettivi della aggregazione piastrinica.

Proteinuria. Perdita di proteine attraverso le urine, spesso in corso di glomerulonefrosi.

Proteoglicani. Sostanze trovate principalmente nella matrice dei tessuti connettivi in cui molte catene di glicosaminoglicano sono attaccate in modo covalente ad un nucleo proteico come le setole di uno spazzolino per bottiglie.

Proteolisi. Lisi, dissoluzione, scissione delle proteine per idrolisi dei legami peptidici.

Protidogramma. Analisi delle varie frazioni proteiche del sangue (albumina e globuline).

Psicosi. Disturbo mentale caratterizzato da delirio, allucinazioni, alterazioni del linguaggio e del comportamento di cui il soggetto non ha consapevolezza.

Ptosi. Prolasso di organo o di parte.

QRS (complesso). Corrisponde alla de-polarizzazione (contrazione) del setto inter-ventricolare e dei due ventricoli.

Rachitismo. Condizione caratterizzata da carenza di vitamina D, soprattutto tipica dell'infanzia e dell'adolescenza, con anomalie dell'ossificazione.

Raynaud (malattia, sindrome, fenomeno). Ischemia seguita da cianosi ed asfissia locale con perdita di sensibilità.

Resistenza vascolare. Forza che si oppone allo scorrimento del flusso ematico nei vasi. Si misura in $\text{dine} \times \text{sec} \times \text{cm}^{-5}$. Influisce sul post-carico.

Riflesso. Movimento rapido e semplice, alla base dei movimenti automatici, in risposta a stimoli nocicettivi, propriocettivi, esterocettivi o enterocettivi.

Rigidità. Aumento del tono muscolare dei muscoli agonisti ed antagonisti con resistenza al movimento passivo.

Rischio assoluto. Corrisponde all'incidenza di una malattia negli esposti ad un certo fattore di rischio.

Rischio attribuibile. Differenza tra la frequenza di incidenza di una malattia tra gli individui esposti ad un fattore di rischio ed i non esposti.

Rischio relativo. Rapporto tra la frequenza dell'incidenza di una malattia tra individui esposti ad un particolare fattore di rischio e la frequenza dell'incidenza nei non esposti.

ROM. Range Of Motion. Si usa per misurare la mobilità articolare.

Sacculo. La più piccola delle due divisioni del labirinto membranoso del vestibolo, la parte che comunica con il dotto cocleare attraverso il ductus reuniens.

Sarcoma. Neoplasia maligna che deriva da strutture di origine connettivale.

Sarcopenia. Riduzione del numero di fibre muscolari.

Sarcoplasma. Materia interfibrillare di un muscolo striato.

Scintigrafia. Riproduzione bidimensionale di strutture ed organi attraverso la registrazione delle radiazioni emesse dai tessuti, dopo l'introduzione nell'organismo di vari radionuclidi.

Scoliosi. Deviazione laterale, rispetto all'asse centrale, della colonna vertebrale.

Scompenso cardiaco congestizio. Condizione legata prevalentemente al deficit di pompa ventricolare. È caratterizzata da dispnea, stasi venosa ed edema (polmonare e degli arti inferiori).

Secretina. Ormone peptidico secreto dal duodeno e dal digiuno. Stimola il pancreas a liberare bicarbonato ed acqua che nel duodeno producono una modificazione del pH.

Segno. Evidenza che indica la presenza di qualcosa. Il segno, al contrario del sintomo (che è manifestato dal paziente) è riscontrabile oggettivamente dall'osservatore.

Sensibilità. È data dalla proporzione di malati che risultano positivi ad un test (veri positivi); quelli che risultano negativi sono falsi negativi.

Serotonina. Sostanza ad azione vasocostrittrice sintetizzata dal sistema nervoso o dalle cellule cromaffini intestinali.

- Sferocitosi.** Anemia emolitica ereditaria. Si associa spesso ad ittero ed a splenomegalia.
- Shunt.** Passaggio o anastomosi tra due canali naturali, specie tra vasi sanguigni.
- Simpatico.** Effetto S. Insieme di modificazioni indotte dall'adrenalina, come midriasi, tachicardia, vasocostrizione (recettori alfa), vasodilatazione (recettori beta).
- Sincope.** Perdita transitoria del tono posturale e della coscienza.
- Sindrome.** Complesso di segni e sintomi coesistenti.
- Sindrome sopra bulbare o pseudo bulbare.** Sindrome neurologica caratterizzata da disturbi della fonazione (timbro di voce nasale), della deglutizione (disfagia), e della deambulazione.
- SLA.** Sclerosi Laterale Amiotrofica. Malattia degenerativa del 1° e del 2° neurone di moto. Si è osservata una certa prevalenza in alcuni soggetti praticanti sport a livello agonistico.
- SNA.** Sistema Nervoso Autonomo.
- SNC.** Sistema nervoso centrale.
- Soglia.** Capacità di maggiore (bassa soglia) o minore (alta soglia) eccitabilità di una fibra muscolare a uno stimolo nervoso.
- Somatostatina.** Peptide elaborato in prevalenza dall'ipotalamo e dalle cellule delta del pancreas. Inibisce la liberazione dell'ormone della crescita, della tireotropina e della corticotropina da parte dell'ipofisi, dell'insulina e del glucagone, della gastrina, della renina e della secretina.
- Sostanza fondamentale anista (SFA).** Materiale amorfo simile ad un gel in cui sono immerse le cellule e le fibre del tessuto connettivo.
- Sostanza P.** Peptide composto da 11 amonoacidi presente nelle cellule nervose ed in cellule endocrine dell'intestino; aumenta le contrazioni della muscolatura liscia gastrontestinale e causa vasodilatazione; ad esso viene attribuita una possibile funzione di mediatore del dolore (trasmissione degli impulsi dolorosi).
- Spasmo.** Contrazione involontaria, improvvisa e violenta di un muscolo o di un gruppo di muscoli.

- Spasticità.** Aumento del tono (ipertono) dei muscoli agonisti con accentuazione dei riflessi tendinei.
- Specificità.** È data dalla proporzione di sani che risultano negativi ad un test (veri negativi); i sani che risultano positivi sono falsi positivi.
- Spina bifida.** Anomalia di sviluppo caratterizzata da una difettosa chiusura dell'impalcatura ossea del midollo spinale con possibile protrusione del midollo e delle meningi.
- Splenomegalia.** Aumento dimensionale della milza.
- Spurue.** Sindrome cronica da malassorbimento.
- Starling** (legge di). L'energia della contrazione cardiaca è proporzionale alla lunghezza iniziale delle fibre miocardiche (il grado del precarico) in diretto rapporto al volume telediastolico.
- Steatosi.** Degenerazione grassa; frequente quella epatica.
- Stenosi valvolare.** Situazione caratterizzata dalla stenosi di una valvola cardiaca che riduce l'efflusso del sangue.
- Stent.** Presidio costituito da un piccolo tubo che viene inserito per mezzo di catetere dopo angioplastica all'interno di un'arteria stenosata per garantirne la pervietà.
- Stiffness** (rigidità). Grado di resistenza o tensione delle fibre muscolari a seguito di un loro allungamento.
- Superossido-dismutasi.** Enzima della classe delle ossidoreduttasi. Ha una funzione protettiva sulla cellula dall'azione dei superossidi.
- Stile alimentare.** Per stile alimentare non intendiamo la "DIETA" quanto un metodo di nutrizione fatto di elementi fondamentali equilibrati che dovranno sempre essere presenti nella giusta dose.
- Stretching.** Indica letteralmente allungamento, tensione. Più precisamente individua una tecnica particolare che coadiuva il miglioramento delle qualità muscolari ed articolari del soggetto, attraverso l'allungamento e la tensione delle fibre muscolari e dei tendini.
- Surfactante.** Agente tensioattivo prevalentemente costituito da fosfolipidi prodotto dalle cellule di tipo II dell'epitelio al-

veolare che tappezza gli alveoli e riduce la tensione superficiale.

Tachicardia. Aumento dei battiti cardiaci.

Talassemia. Anemia emolitica ereditaria Sin. Microcitemia o Anemia mediterranea caratterizzata da globuli rossi di piccole dimensioni.

Tamponamento cardiaco. Compressione cardiaca legata a versamento pericardico con caduta della portata cardiaca per ostacolo al riempimento ventricolare.

T.E.A. Tromboendoarteriectomia. Tecnica chirurgica usata spesso nelle stenosi dell'arteria carotide interna.

Tempo di volo. Durata nella quale un corpo rimane in aria senza contatti con altri mezzi fisici (aria o acqua). Dipende dall'angolo di rilascio, dall'altezza di rilascio, dalla forza impressa al corpo prima del rilascio (velocità verticale) oltre che dalla accelerazione di gravità e dall'attrito dell'aria.

Tensione arteriosa. Resistenza della parete arteriosa alla pressione del sangue.

Tetania. Ipereccitabilità neuromuscolare legata a diminuzione della concentrazione di calcio ione extracellulare. Può essere secondaria ad iperventilazione.

Tetano. Contrazione muscolare sostenuta senza periodi di rilasciamento per la presenza di stimoli rapidamente ripetuti di attivazione del meccanismo contrattile sempre prima che si verifichi il rilasciamento.

Tetraplegia. Paralisi dei quattro arti.

TIA. Transient ischemic attack. Attacco ischemico transitorio.

Trigeminismo. Ripetizione regolare di un battito prematuro (extrasistole) dopo due complessi del ritmo di base.

Timo. Organo linfoide formato da due lobi piramidali situati nel mediastino anteriore e superiore.

Tono muscolare. Resistenza offerta da un muscolo allo stiramento.

Tripsina. Enzima che catalizza la scissione dei legami peptidici. Secreto dal pancreas come tripsinogeno, successivamente trasformato nell'intestino tenue.

Trombo. Aggregazione dei fattori del sangue in vivo, principalmente di piastrine e fibrina che inglobano gli elementi cellulari.

Trombociti. Altra denominazione delle piastrine.

Trombofilia. Tendenza alla recidiva della trombosi.

Tromboflebite. Infiammazione di una vena associata a trombosi di uno o più segmenti.

Trombolisi. Fenomeno naturale o indotto da farmaci, per cui i trombi preformati vengono lisati.

Trombossano (Tx). Prodotto intermedio del metabolismo dell'acido arachidonico. Il Tx A₂ è un potente vasocostrittore e induttore dell'aggregazione piastrinica.

Utricolo. La più grande delle due parti del labirinto membranoso, localizzata nella regione posterosuperiore del vestibolo.

Valore predittivo negativo. Esprime la probabilità che la persona con test negativo ha di essere ammalata. È tanto più elevato quanto maggiore è la specificità del test.

Valore predittivo positivo. Esprime la probabilità che la persona con test positivo ha di essere ammalata. È tanto più elevato quanto maggiore è la sensibilità del test.

Valsalva (manovra di). Espirazione forzata a glottide chiusa.

Vasculite. Infiammazione di un vaso, angioite.

Vaso. Sinonimo di artera, vena o linfatico.

VC. Volume corrente.

VIP. Vasoactive Intestinal Polypeptide: peptide intestinale vasoattivo.

Viscosità. Caratteristica che il muscolo evidenzia con una dissipazione di energia. Questo eccessivo dispendio energetico è dovuto, soprattutto, all'aumento della velocità con la quale si effettua il lavoro muscolare.

Vitamina B₁₂. Cianocobalamina.

Volemia. Massa ematica totale nel torrente circolatorio.

YMCA. Young man catholic association.

Vertigine. Illusione di un movimento. Può essere oggettiva (spazio circostante che gira attorno al soggetto) o soggettiva (soggetto che gira attorno allo spazio circostante).



Finito di stampare
nel mese di settembre 2012
da Pensa Editore

Printed in Italy

